

ZÜRCHER HOCHSCHULE FÜR ANGEWANDTE WISSENSCHAFTEN  
DEPARTMENT LIFE SCIENCES UND FACILITY MANAGEMENT  
IUNR

## **Vegetationsanalyse eines sauren und basischen Buchenwaldbodens**



Projektarbeit  
von

Katharina Fries, Franziska Marty, Tom Bischof & Lorenz Stricker

Bachelorstudiengang 2010  
Abgabedatum: 24. Juni 2012  
Studienrichtung: Umweltingenieurwesen

Dozent:

Dr. Bertil O. Krüsi ZHAW Wädenswil, Dep. N

## Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	3
2.	Fragestellung	3
3.	Untersuchungsgebiet und Methode	4
3.1.	Stichprobenplanung	4
3.1.1.	Wahl der Untersuchungsflächen	4
3.1.2.	Auswahl der Probeflächen	4
3.1.3.	Bestimmen der Untersuchungsflächen	5
3.1.4.	Durchführung der Vegetationsaufnahme	5
3.2.	VegeDaz	6
4.	Resultate	7
4.1.	Saurer Buchenwaldboden	7
4.1.1.	Daten der Aufnahmen	7
4.1.2.	Artenliste des sauren Standorts	8
4.1.3.	Auswertung der Zeigerwerte	9
4.1.4.	Auswertung des Deckungsgrads	10
4.2.	Basischer Buchenwaldboden	11
4.2.1.	Daten der Aufnahmen	11
4.2.2.	Artenliste des basischen Standorts	12
4.2.3.	Auswertung der Zeigerwerte	13
4.2.4.	Auswertung des Deckungsgrads	14
4.3.	Floristische Ähnlichkeiten der beiden Standorte	15
4.4.	Beurteilung des Deckungsgrades mit zweiseitigem t-Test	16
5.	Auswertung der Fragestellungen	17
6.	Fazit	20

## 1. Einleitung

Der Sihlwald ist zusammen mit den angrenzenden Wäldern der grösste zusammenhängende Laubmischwald des schweizerischen Mittellandes (Stadt Zürich, 2012). Der ursprüngliche Buchenwald wurde bis Ende des letzten Jahrhunderts zur Holzversorgung genutzt und intensiv bewirtschaftet. Heute wird im Sihlwald kein Holz mehr geschlagen. Es sind jedoch noch Überbleibsel von Fichtenbeständen vertreten. Es entsteht nun aber ein Naturwald, respektive ein ursprünglicher Buchenwald, der sich selber überlassen bleibt und wo Totholz wünschenswert ist. Der Sihlwald ist der erste schweizerische Naturerlebniswald, welcher zum Schutz der Natur eine Kernzone beinhaltet.

Durch den naturbelassenen Wald und die Verschiedenartigkeit der Bäume im Alter und ihrer Mächtigkeit, entsteht eine kleinflächige, mosaikartige Waldstruktur, die mit ihrer dauernd fortschreitenden Dynamik charakteristisch für den Sihlwald ist (Wildnispark Zürich, 2012). Diese Strukturen werden auch von der Exposition und Bodenbeschaffenheit geprägt. Die vorliegende Arbeit untersucht und vergleicht, anhand der Krautschicht, zwei verschiedene kleinflächige Buchenwaldtypen im Sihlwald. Einen Simsen-Buchenwald auf eher saurem Boden mit einem Buchenwald auf basischen Boden.

## 2. Fragestellung

Bei der Vegetationsanalyse interessieren sich die Autoren dieser Arbeit, wie in der Einleitung bereits erwähnt, für die Unterschiede von zwei verschiedenen Waldtypen. Die Verfasser haben für die Beantwortung der Hauptfrage detaillierte Fragen aufgestellt.

Detaillierte Fragen:

In welchem Gebiet ist die Artenzahl höher? Warum?

Gibt es dominante Arten?

Sind die unterschiedlichen Bodentypen anhand von Zeigerpflanzen erkennbar?

Unterscheiden sich die Zeigerwerte durchschnittlich in den beiden Untersuchungsgebieten voneinander?

Unterscheiden sich die vorkommenden Arten in den zwei Untersuchungsflächen prägnant voneinander?

Unterscheidet sich der Deckungsgrad in den zwei Untersuchungsflächen prägnant voneinander?

### 3. Untersuchungsgebiet und Methode

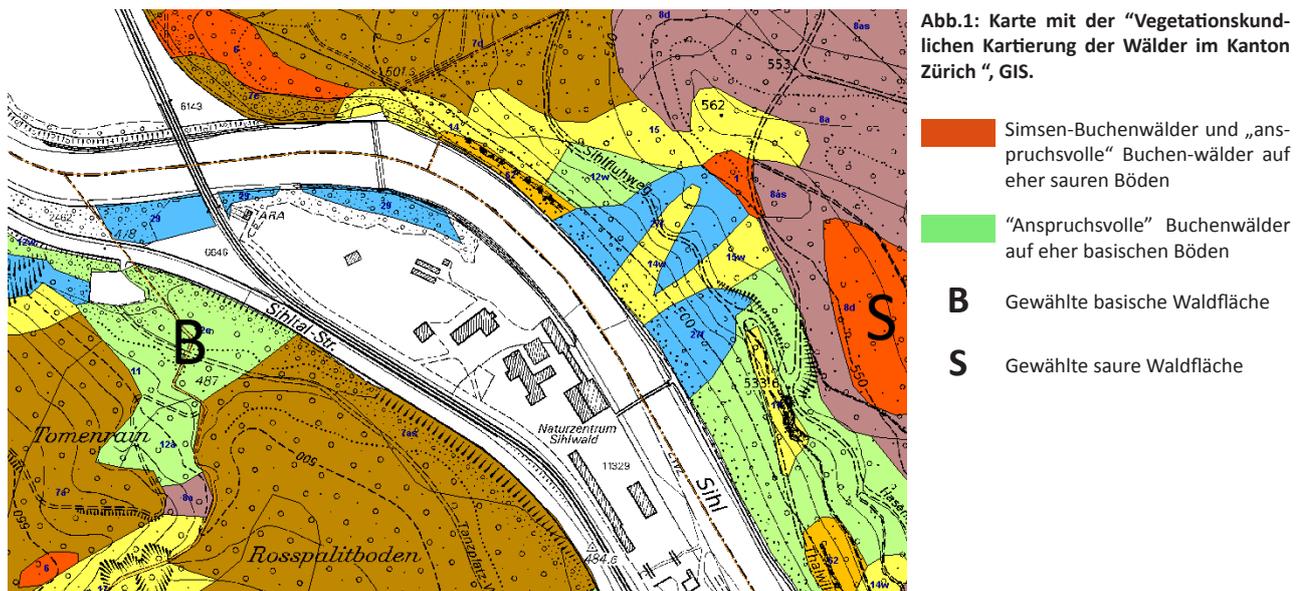
#### 3.1. Stichprobenplanung

##### 3.1.1. Wahl der Untersuchungsflächen

Im Untersuchungsgebiet sind bereits die verschiedenen Waldgesellschaften kartiert. Diese Waldkarte dient als Grundlage für die Auswahl der zu untersuchenden Bereiche.

Gemäss Fragestellung sollen Waldgesellschaften auf sauren Böden mit jenen der basischen Standorte verglichen werden. Daher werden zunächst zwei vergleichbare Standorte ausgewählt (B und S auf der Karte).

Die zwei Flächen werden gewählt weil sie eine vergleichbare Ausdehnung haben und eine ähnlich flache Neigung aufweisen.



##### 3.1.2. Auswahl der Probeflächen

Nach der Auswahl der Flächen für die Untersuchungen müssen die exakten Punkte für die geplanten Vegetationsaufnahmen bestimmt werden. Da diese zufällig gewählt sein müssen, wird über das ganze Gebiet ein Raster mit einer Maschenweite von 50m gelegt. Der Nullpunkt des Rasters wurde auf die östliche Ecke des Gebäude des Naturschutzzentrums Sihlwald gelegt. Damit kann er im Feld bei Bedarf überprüft werden.

In der basischen Fläche kamen so sechs Punkte, in der sauren fünf Punkte zu liegen. Da in dieser Arbeit aber nur zwei Vegetationsaufnahmen an jeweils einem Ort pro Fläche geplant sind, müssen Auswahlkriterien für die richtigen Punkte formuliert werden.

### Kriterien für gewählte Punkte:

Gültig sind nur Punkte, die innerhalb der Fläche liegen. Punkte auf der Grenze werden nicht gezählt

Strassen, Wege und Gewässer haben einen störenden Einfluss auf die Vegetation der Krautschicht.

Gültige Punkte müssen daher einen Mindestabstand von 5m zu solchen Hindernissen aufweisen.

Ist die Vegetation an einem Punkt z.B. durch Erosion oder anthropogene Einflüsse stark gestört, wird er bei einer Vegetationsaufnahme nicht berücksichtigt.

Zur Untersuchung ist der Punkt auszuwählen, der den grössten Abstand zur Grenze der Untersuchungsgebiets aufweist.

Nach der Durchführung der Ausschlusskriterien sind die zwei Stellen bestimmt, an welchen die Vegetationsaufnahmen durchgeführt werden (vgl. Abb.2).

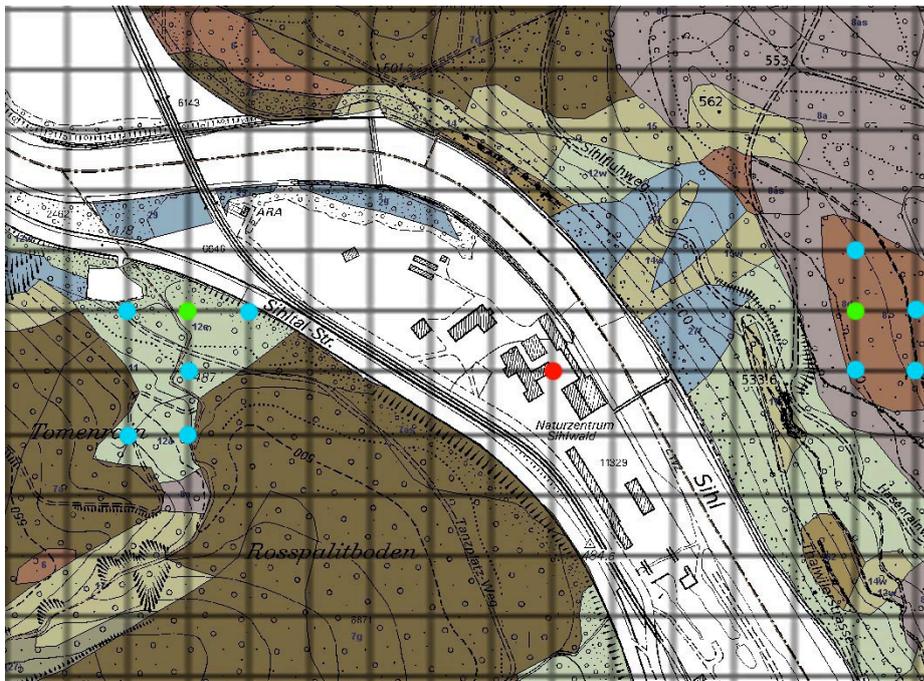


Abb. 2: Karte mit dem Raster, mit welchem die Stichproben ausgewählt wurden.

- Nullpunkt
- Gewählte Stichprobenpunkte
- Aussortierte Stichprobenpunkte

### 3.1.3. Bestimmen der Untersuchungsflächen

Als Grösse der Stichprobenfläche sind 25m<sup>2</sup> festgelegt worden. Es werden Quadrate mit 5m Seitenlänge betrachtet, die nach Norden ausgerichtet sind. Die Punkte des Stichprobenplans kommen in der südwestlichen Ecke der Flächen zu liegen. Die zwei Punkte für die Stichproben sind mit GIS vermessen und die Koordinaten im Feld per GPS überprüft worden. Anschliessend wurden die Untersuchungsflächen mit Zweigen zur Markierung abgesteckt

### 3.1.4. Durchführung der Vegetationsaufnahme

Nachdem die Probeflächen Bestimmt sind, werden an beiden Standorten am 20. April und am 11. Mai eine Vegetationsaufnahme nach der Braun-Blanquet Methode durchgeführt. Dabei wird eine vollständige Artenliste erstellt und für jede Art durch Schätzung mehrerer Personen der Deckungsgrad ermittelt.

### 3.2. Vegedaz

Vegedaz ist ein Computerprogramm, welches zur Verarbeitung und Auswertung von Vegetationsdaten genutzt wird. Es eignet sich für die Eingabe von Vegetationsaufnahmen sowie für einfache Auswertungen. Beispielsweise können die Zeigerwerte von Landolt (1977) und die Berechnung von Ähnlichkeit von Vegetationsaufnahmen herausgearbeitet werden. Die Artenliste und die Vegetationstabellen können in verschiedenen Sprachen dargestellt werden und mit Rote-Liste-Informationen und Angaben zum Schutzstatus ergänzt werden (Krüsi, 2012).

Um die ökologischen Zeigerwerte zu berechnen haben wir zuallererst alle Arten, welche wir in unseren zwei Gebieten erfasst haben mit dem lateinischen Namen im Vegedaz eingegeben. Die Spalte Kopfdaten haben wir mit zusätzlichen Informationen über unsere Untersuchungsgebiete wie Koordinaten, Datum, Standort, Gesamtdeckungsgrad, Artenzahl und Grösse der Aufnahmefläche ergänzt. In einer weiteren Spalte haben wir den Deckungsgrad der Arten (in Prozent) angegeben.

Pro Aufnahmefläche erstellten wir nur eine Vegedaz-Datei, da die Artengarnitur in beiden Aufnahmen mehr oder weniger gleich ist, die Reihenfolge der Arten in den Feldnotizen sind ähneln und die Gesamtartenliste insgesamt relativ kurz ist (Krüsi, 2012). Die gesamte Artenliste haben wir als .xls Format exportiert. In diesem Arbeitsschritt haben wir auch den deutschen Namen, den Familiennamen und die Zeigerwerte Feuchtezahl, Lichtzahl, Temperaturzahl, Kontinentalzahl, Reaktionszahl und die Nährstoffzahl beigefügt.

Die erste und die zweite Vegetationsaufnahme haben wir einander gegenübergestellt. Zum einen stellten wir einen Vergleich der Zeigerwerte dar, zum anderen verglichen wir auch die Deckungsgrade der beiden Begehungen. Zusätzlich haben wir auch noch das arithmetische Mittel und der gewichtete Mittelwert berechnet. Um Ergebnisse bezüglich der floristischen Ähnlichkeit beider Aufnahmeflächen zu erhalten, berechneten wir ausserdem die Ähnlichkeit nach Van der Maarel (Krüsi, 2012).

## 4. Resultate

Nach der Erhebung der Daten an den beiden Standorten wurden diese mit Vegedaz analysiert. In diesem Kapitel werden sie in Tabellen dargestellt.

### 4.1. Saurer Buchenwaldboden

Zuerst werden hier die Resultate des sauren Standorts behandelt.

#### 4.1.1. Daten der Aufnahmen

An beiden Daten wurde an diesem Standort die gleiche Probefläche untersucht (vgl. Tab.1 & Abb.3). Dadurch wird die Datenmenge erhöht und die Resultate gewinnen an Aussagekraft.

Tab.1: Angaben zu den beiden Vegetationsaufnahmen am sauren Standort

<b>Grösse der Aufnahme­fläche: 5x5m</b>		
<b>x-Koordinaten CH: E 8° 557</b>		
<b>y-Koordinaten CH: N 47° 16.312</b>		
<b>Aufnahmedatum</b>	20.04.2012	11.05.2012
<b>Artenzahl</b>	12	10
<b>Gesamtdeckungsgrad geschätzt (%)</b>	10	15
<b>Gesamtdeckungsgrad (%)</b>	9.9	13.93

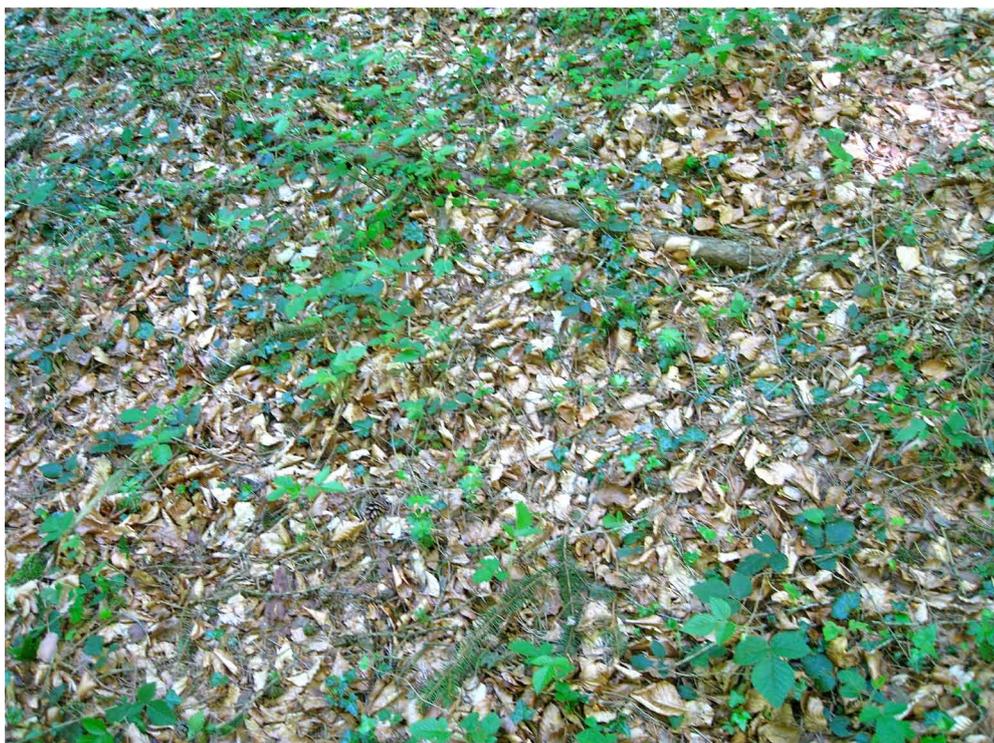


Abb.3: Vegetation am sauren Standort

## 4.1.2. Artenliste des sauren Standorts

Bei den zwei Aufnahmen wuren insgesamt 12 Arten festgestellt (vgl. Tab.2).

Tab.2: Vollständige Artenliste der zwei Aufnahmen am sauren Standort.

<b>Lateinischer Name</b>	<b>Deutscher Name</b>	<b>Familie</b>
<b>Abies alba Mill.</b>	Edel-Tanne, Weiss-Tanne	Pinaceae
<b>Acer spec. (Keimling) /cf</b>		
<b>Anemone nemorosa L.</b>	Busch-Windröschen	Ranunculaceae
<b>Athyrium filix-femina (L.) Roth</b>	Gemeiner Waldfarn	Polypodiaceae
<b>Carex digitata L.</b>	Gefingerte Segge	Cyperaceae
<b>Fagus sylvatica L.</b>	Rotbuche	Fagaceae
<b>Galium odoratum (L.) Scop.</b>	Echter Waldmeister	Rubiaceae
<b>Hedera helix L.</b>	Efeu	Araliaceae
<b>Lonicera xylosteum L.</b>	Beinholz, Rote Heckenkirsche	Caprifoliaceae
<b>Oxalis acetosella L.</b>	Gemeiner Sauerklee, Kuckucksklee	Oxalidaceae
<b>Rubus fruticosus aggr.</b>		Rosaceae
<b>Prenanthes purpurea</b>	Hasenlattich	

### 4.1.3. Auswertung der Zeigerwerte

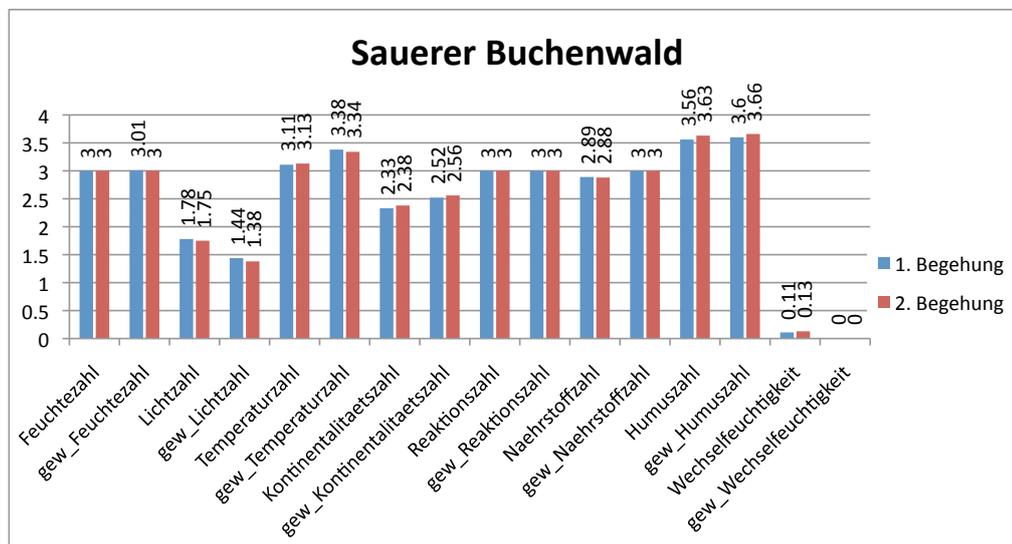
Bei der Zusammenstellung der Zeigerwerte der 12 Pflanzen fällt vor allem die einheitliche Reaktionszahl von 3 auf (vgl. Tab.3). Das lässt auf einen schwach sauren Boden schliessen.

Tab.3: Zeigerwerte der 12 Pflanzen nach Landolt. Grün hervorgehoben ist die Reaktionszahl.

Lateinischer Name	Feuchtezahl	Lichtzahl	Temperaturzahl	Kontinentalitätszahl	Reaktionszahl	Nährstoffzahl	Humuszahl	Wechselfeuchtigkeit
Abies alba Mill.	4	1	3	2	3	3	4	1
Acer spec. (Keimling) /cf.								
Anemone nemorosa L.	3	2	3	2	3	3	4	0
Athyrium filix-femina (L.) Roth	3	2	3	2	3	3	4	0
Carex digitata L.	2	2	3	3	3	2	3	0
Fagus sylvatica L.	3	2	3	2	x	3	3	0
Galium odoratum (L.) Scop.	3	1	3	2	3	3	4	0
Hedera helix L.	3	2	4	2	3	3	3	0
Lonicera xylosteum L.	3	3	3	3	3	3	3	0
Oxalis acetosella L.	3	1	3	3	3	3	4	0
Rubus fruticosus aggr.								
Prenanthes purpurea								

Ein Vergleich der erhaltenen gewichteten Zeigerwerte der beiden Erhebungen zeigt, dass es sich dabei fast genau um die gleichen Werte handelt (vgl. Tab.4)

Tab.4: Grafische Darstellung der Zeigerwerte. Vergleich der Zeigerwerte der beiden Begehungen am sauren Standort.



## 4.1.4. Auswertung des Deckungsgrads

Für die beiden Standorte wurde jeweils für jede Pflanzenart der gemittelte Deckungsgrad ermittelt (vgl. Tab.5)

Tab.5: Die Zeigerwerte aller Arten für beiden Aufnahmen sowie deren Mittelwerte

Lateinischer Name	Deckungsgrad (%) 1. Begehung	Deckungsgrad (%) 2. Begehung	Deckungsgrad (%) Mittel
<b>Abies alba Mill.</b>	0.05	0.05	0.05
<b>Acer spec. (Keimling) /cf.</b>	0.01		
<b>Anemone nemorosa L.</b>	0.2	0.05	0.125
<b>Athyrium filix-femina (L.) Roth</b>	0.01	0.3	0.155
<b>Carex digitata L.</b>	0.01	0.01	0.01
<b>Fagus sylvatica L.</b>	0.01		
<b>Galium odoratum (L.) Scop.</b>	0.5	0.5	0.5
<b>Hedera helix L.</b>	3	3	3
<b>Lonicera xylosteum L.</b>	0.1	0.01	0.055
<b>Oxalis acetosella L.</b>	4	5	4.5
<b>Rubus fruticosus aggr.</b>	2	5	3.5
<b>Prenanthes purpurea</b>	0.01	0.01	0.01

## 4.2. Basischer Buchenwaldboden

Am basischen Standort wurden ebenfalls an zwei Aufnahmen Daten erhoben. Im Folgenden sind sie in gleicher Reihenfolge wie jene des sauren Standorts zusammengestellt.

### 4.2.1. Daten der Aufnahmen

Auch hier wurden an den selben Daten zwei Vegetationsaufnahmen auf der selben Versuchsfläche durchgeführt (vgl. Tab.5 & Abb.4).

Tab.5: Angaben zu den beiden Vegetationsaufnahmen am basischen Standort

<b>Grösse der Aufnahme­fläche: 5x5m</b>		
<b>x-Koordinaten CH: E 8° 33.114</b>		
<b>y-Koordinaten CH: N 47° 16.312</b>		
<b>Aufnahmedatum</b>	20.04.2012	11.05.2012
<b>Artenzahl</b>	29	28
<b>Gesamtdeckungsgrad geschätzt (%)</b>	75%	102%
<b>Gesamtdeckungsgrad (%)</b>	53.71	103.01



Abb.4: Vegetation am basischen Standort

## 4.2.2. Artenliste des basischen Standorts

Bei den zwei Aufnahmen wurden am basischen Standort 34 Arten festgestellt (vgl. Tab.6).

Tab.6: Angaben zu den beiden Vegetationsaufnahmen am basischen Standort

Lateinischer Name	Deutscher Name	Familie
<i>Abies alba</i> Mill.	Edel-Tanne, Weiss-Tanne	Pinaceae
<i>Acer platanoides</i> L.	Spitz-Ahorn	Aceraceae
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Berg-Ahorn	Aceraceae
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	Geissfuss	Aceraceae
<i>Allium ursinum</i> L.	Bärlauch	Liliaceae
<i>Anemone nemorosa</i> L.	Ranunculaceae	Ranunculaceae
<i>Arum maculatum</i> L.	Aronkraut, Gemeiner Aronstab	Araceae
<i>Campanula trachelium</i> L.	Nesselblättrige Glockeblume	Campanulaceae
<i>Carex</i> /cf.		
<i>Carex alba</i> Scop.	Weisse Segge	Cyperaceae
<i>Carex brizoides</i> L.	Wald-Seegras	Cyperaceae
<i>Carex digitata</i> L.	Gefingerte Segge	Cyperaceae
<i>Carex flacca</i> Schreb.	Schlaffe Segge	Cyperaceae
<i>Carex pendula</i> Huds.	Überhängende Segge	Cyperaceae
<i>Carex sylvatica</i> Huds.	Wald-Segge	Cyperaceae
<i>Cirsium oleraceum</i> (L.) Scop.	Kohldistel	Asteraceae
<i>Corylus avellana</i> L.	Hasel, Haselstrauch	Betulaceae
<i>Fagus sylvatica</i> L.	Rotbuche	Fagaceae
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	Gemeine Esche	Oleaceae
<i>Hedera helix</i> L.	Efeu	Araliaceae
<i>Lamium galeobdolon</i> (L.) L.	Echte Goldnessel	Lamiaceae
<i>Lonicera alpigena</i> L.	Alpen-Heckenkirsche	Caprifoliaceae
<i>Lonicera xylostium</i> L.	Beinholz, Rote Heckenkirsche	Caprifoliaceae
<i>Mercurialis perennis</i> L.	Ausdauerndes Bingelkraut	Euphorbiaceae
<i>Oxalis acetosella</i> L.	Gemeiner Sauerklee, Kuckucksklee	Oxalidaceae
<i>Paris quadrifolia</i> L.	Einbeere	Liliaceae
<i>Phyteuma spicatum</i> L.	Ährige Rapunzel	Campanulaceae
Poaceae /cf.	Süssgräser	Poaceae
<i>Primula elatior</i> (L.) L.	Wald-Schlüsselblume	Primulaceae
<i>Salix caprea</i> L.	Sal-Weide	Salicaceae
<i>Taxus baccata</i> L.	Eibe	Taxaceae
unbekannter Keimling /qs.		
<i>Viburnum lantana</i> L.	Wolliger Schneeball	Caprifoliaceae
<i>Viola reichenbachiana</i> Boreau	Wald-Veilchen	Violaceae

## 4.2.3. Auswertung der Zeigerwerte

Auch hier wurden die Zeigerwerte der Pflanzen nach Landolt aufgelistet (vgl. Tab.7)

Tab.7: Angaben zu den beiden Vegetationsaufnahmen am basischen Standort

Lateinischer Name	Feuchtezahl	Lichtzahl	Temperaturzahl	Kontinentalitätszahl	Reaktionszahl	Nährstoffzahl	Humuszahl	Wechselfeuchtigkeit
<i>Abies alba</i> Mill.	4	1	3	2	3	3	4	1
<i>Acer platanoides</i> L.	3	2	4	2	4	3	3	0
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	3	2	3	2	3	3	3	1
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	3	2	3	3	3	4	4	1
<i>Allium ursinum</i> L.	4	2	3	2	4	3	4	1
<i>Anemone nemorosa</i> L.	3	2	3	2	3	3	4	0
<i>Arum maculatum</i> L.	4	2	4	2	3	3	4	1
<i>Campanula trachelium</i> L.	3	2	4	3	3	3	4	0
<i>Carex</i> /cf.								
<i>Carex alba</i> Scop.	2	3	3	4	3	2	4	0
<i>Carex brizoides</i> L.	4	2	4	2	2	2	4	1
<i>Carex digitata</i> L.	2	2	3	3	3	2	3	0
<i>Carex flacca</i> Schreb.	3	3	3	3	4	2	2	1
<i>Carex pendula</i> Huds.	4	2	4	2	3	4	4	1
<i>Carex sylvatica</i> Huds.	3	1	3	3	3	3	4	0
<i>Cirsium oleraceum</i> (L.) Scop.	4	3	3	3	4	4	4	1
<i>Corylus avellana</i> L.	3	3	3	3	3	3	3	0
<i>Fagus sylvatica</i> L.	3	2	3	2	x	3	3	0
<i>Fraxinus excelsior</i> L. (Kalkesche)	2	3	4	2	5	2	3	0
<i>Hedera helix</i> L.	3	2	4	2	3	3	3	0
<i>Lamium galeobdolon</i> (L.) L.	3	1	4	3	3	3	4	0
<i>Lonicera alpigena</i> L.	3	2	2	3	4	3	4	0
<i>Lonicera xylosteum</i> L.	3	3	3	3	3	3	3	0
<i>Mercurialis perennis</i> L.	3	1	3	2	4	3	3	0
<i>Oxalis acetosella</i> L.	3	1	3	3	3	3	4	0
<i>Paris quadrifolia</i> L.	3	2	3	3	3	3	4	0
<i>Phyteuma spicatum</i> L.	3	2	3	3	3	3	4	0
Poaceae /cf.								
<i>Primula elatior</i> (L.) L.								
<i>Salix caprea</i> L.	3	3	3	3	3	3	3	1
<i>Taxus baccata</i> L.	2	2	4	2	4	2	3	1
unbekannter Keimling /qs.								
<i>Viburnum lantana</i> L.	2	3	4	3	4	2	3	0
<i>Viola reichenbachiana</i> Boreau	3	2	3	2	3	3	4	0

## 4.2.4. Auswertung des Deckungsgrads

Der Deckungsgrad wurde für alle Arten an beiden Begehungen festgehalten. Schliesslich wurde daraus der Mittelwert berechnet (vgl. Tab.8).

Tab.8: Deckungsgrad der 34 Arten beider Erhebungen sowie der Mittelwert

Lateinischer Name	Deckungsgrad 1. Begehung (%)	Deckungsgrad 2. Begehung (%)	Deckungsgrad Mittel (%)
<i>Abies alba</i> Mill.	0.01	0.01	0.015
<i>Acer platanoides</i> L.	0.1	2	1.1
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	0.1	0.5	0.35
<i>Aegopodium podagraria</i> L.	1	15	8.5
<i>Allium ursinum</i> L.	0.1		0.1
<i>Anemone nemorosa</i> L.	5	10	10
<i>Arum maculatum</i> L.	0.1	0.2	0.2
<i>Campanula trachelium</i> L.	0.05	0.2	0.15
<i>Carex</i> /cf.			0
<i>Carex alba</i> Scop.	8	4	10
<i>Carex brizoides</i> L.		3	
<i>Carex digitata</i> L.		0.5	0.25
<i>Carex flacca</i> Schreb.	0.5	0.5	0.75
<i>Carex pendula</i> Huds.	5	3	6.5
<i>Carex sylvatica</i> Huds.	2	1	2.5
<i>Cirsium oleraceum</i> (L.) Scop.	0.01	0.01	0.015
<i>Corylus avellana</i> L.	0.05	0.05	0.075
<i>Fagus sylvatica</i> L.	0.001	0.05	0.026
<i>Fraxinus excelsior</i> L.		0.01	0.005
<i>Hedera helix</i> L.	2	1	2.5
<i>Lamium galeobdolon</i> (L.) L.	0.01	0.01	0.015
<i>Lonicera alpigena</i> L.	1	0.4	1.2
<i>Lonicera xylosteum</i> L.	0.05	0.1	0.1
<i>Mercurialis perennis</i> L.	20	60	50
<i>Oxalis acetosella</i> L.	0.1	4	2.1
<i>Paris quadrifolia</i> L.	0.1	1	0.6
<i>Phyteuma spicatum</i> L.		0.01	0.005
Poaceae /cf.	0.2		0.2
<i>Primula elatior</i> (L.) L.	0.2	0.2	0.3
<i>Salix caprea</i> L.	0.01	0.01	0.015
<i>Taxus baccata</i> L.	0.01	0.01	0.015
unbekannter Keimling /qs.	0.001		0.001
<i>Viburnum lantana</i> L.	0.01	0.1	0.06
<i>Viola reichenbachiana</i> Boreau	1	0.5	1.25

### 4.3. Floristische Ähnlichkeiten der beiden Standorte

Die floristischen Ähnlichkeiten wurden für die vier Aufnahmen untereinander berechnet. Dabei zeigte sich, dass sich die beiden Standorte mit Werten von 0 und 0.01 deutlich unterscheiden. Die Aufnahmen unterschiedlicher Daten an den selben Flächen sind sich mit Werten von 0.41 und 0.8 dagegen sehr ähnlich (vgl. Tab.9)

Tab.9: Berechnung der floristischen Ähnlichkeiten der vier Aufnahmen untereinander.

Aufnahmen	1.Basischer Buchenwaldboden	2. Basischer Buchenwaldboden	1. Sauerer Buchenwaldboden	2. Sauerer Buchenwaldboden
1.Basischer Buchenwaldboden	1	0.41	0.01	0.01
2. Basischer Buchenwaldboden	0.41	1	0	0
1. Sauerer Buchenwaldboden	0.01	0	1	0.8
2. Sauerer Buchenwaldboden	0.01	0	0.8	1

#### 4.4. Beurteilung des Deckungsgrades mit zweiseitigem t-Test

sechs Pflanzenarten wurden an beiden Standorten festgestellt. Um zu überprüfen, ob sich die Deckungsgrade der beiden Aufnahmen an den beiden Standorten nicht unterscheiden wurden jeweils 2-seitige t-Tests durchgeführt. Dabei zeigte sich, dass es keine signifikanten Unterschiede gibt (Vgl. Tab.10 und Tab.11).

Tab.10: Vergleich der Deckungsgrade der sechs Arten bei der ersten Aufnahme.

Art	Deckungsgrad 1. Begehung	Deckungsgrad 1. Begehung	t-Test, 2-seitig, heteroskedastisch, Vertrauensintervall 5%
<b>Abies alba</b> Mill.	0.01	0.05	
<b>Anemone nemorosa</b> L.	5	0.2	
<b>Fagus sylvatica</b> L.	0.001	0.01	
<b>Hedera helix</b> L.	2	3	
<b>Lonicera xylosteum</b> L.	0.05	0.1	
<b>Oxalis acetosella</b> L.	0.1	4	Berechnet: 0.9766 Tabelle: 2.57 0.9766 < 2.57: nicht Signifikant

Tab.11: Vergleich der Deckungsgrade der sechs Arten bei der zweiten Aufnahme.

Art	Deckungsgrad 2. Begehung	Deckungsgrad 2. Begehung	t-Test, 2-seitig, heteroskedastisch, Vertrauensintervall 5%
<b>Abies alba</b> Mill.	0.01	0.05	
<b>Anemone nemorosa</b> L.	10	0.05	
<b>Carex digitata</b> L.	0.5	0.01	
<b>Hedera helix</b> L.	1	3	
<b>Lonicera xylosteum</b> L.	0.1	0.01	
<b>Oxalis acetosella</b> L.	4	5	Berechnet: 0.5134 Tabelle: 2.57 0.5134 < 2.57: nicht signifikant

## 5. Auswertung der Fragestellungen

### Hauptfrage

Welche Unterschiede gibt es von einem sauren Buchenwaldboden zu einem basischen Buchenwaldboden?

Die Unterschiede der Böden ergeben sich aus der Beantwortung der Detailfragen

### Detaillierte Fragen

#### In welchem Gebiet ist die Artenzahl höher? Warum?

Am basischen Standort ist die Artenzahl mit 34 Arten deutlich höher als jene am sauren Standort.

Hier wurden bei den zwei Vegetationsaufnahmen nur 12 Arten festgestellt.

Wenn die beiden Standorte aus pflanzengesellschaftlicher Sicht betrachtet, so erwartet man an den beiden Standorten Buchenwaldgesellschaften. Am basischen Standort ist aufgrund der basischen und mesophilen Bodenverhältnisse mit einem Waldmeister-Buchenwald zu rechnen. Auf dem sauren eher trockenen Boden des zweiten Standorts ist die Ausbildung eines Hainsimsen-Buchenwalds wahrscheinlich (Delarze & Gonseth, 2008).

Nach Delarze und Gonseth (2008) ist die Flora des Waldmeister-Buchenwaldes ziemlich vielfältig während der Hainsimsen-Buchenwald durch seine Artenarmut auffällt.

Der beobachtete Unterschied bezüglich der Artenzahl passt demnach zu den Erwartungen an die beiden Pflanzengesellschaften und lässt sich damit plausibel erklären.

#### Gibt es dominante Arten?

Ob eine Art dominant ist oder nicht, wird anhand des Deckungsgrades (Dominanz) bestimmt. Der Deckungsgrad bezeichnet die Fläche, welche die Individuen einer Art einnehmen. Der Deckungsgrad jeder Art wird über das Abundanz-Dominanz-Verfahren eingeschätzt. Die Einschätzung wird mit Hilfe der auf Braun-Blanquet zurückgehenden 7-stufigen Artmächtigkeits-Skala durchgeführt:

r = sehr selten (1-5 Exemplare)

+ = spärlich, mit sehr geringem Deckungsgrad (< 1%)

1 = 1-4 % der Fläche bedeckend

2 = 5-24 % der Fläche bedeckend

3 = 25-49 % der Fläche bedeckend

4 = 50-74 % der Fläche bedeckend

5 = 75-100 % der Fläche bedeckend“ (Bächtiger, 2012)

Dominante Arten bei den zwei Standorten:

Sauer	%	Basisch	%
Oxalis acetosella	4	Mercurialis perennis	20
Hedera helix	3	Carex alba	8
Rubus aggr.	2	Carex pendula	5
		Annemone nemorosa	5

Bei der Untersuchungsfläche auf basischen Boden ist *Mercurialis perennis* die dominanteste Art. Nach Braun-Blanquets Artmächtigkeitsskala 2 von 7. Aus der Flora Helvetica ist zu entnehmen, dass *Mercurialis perennis* in grossen Beständen vor allem in Buchen- und Mischwäldern vorkommt. Dies entspricht dem untersuchten Standort.

Auf der Fläche mit saurem Boden ist *Oxalis acetosella* die Art mit dem höchsten Deckungsgrad. Mit nur 4% nimmt sie jedoch nach der Artmächtigkeitsskala nach Braun-Blanquet nur 1 von 7 ein. Auch der Wald-Sauerklee kommt vor allem in Wäldern und Gebüsch vor.

Gemäss der Verbreitungskarte der Flora Helvetica deckt das Bingelkraut 50 + 1.5% der Fläche ab. Beim Wald-Sauerklee sind es sogar 68%. Die erste Zahl gibt den Prozentsatz der Kartierfelder an, in denen die Art gemäss Verbreitungsatlas und bisherigen Nachträgen gefunden wurde, die zweite den Prozentwert der Felder, in denen nur noch aus Herbarbelegen oder Literaturangaben bekannt sind. (Konrad & Wagner, 2012) Dies deutet bei beiden auf eine hohe Verbreitung hin.

Auf der sauren Waldfläche ist die Vegetationsdichte allgemein gering. Darum ist auch die Artmächtigkeit von *Oxalis acetosella* eher klein. Aus diesem Grund, kann von keiner dominanten Art auf diesem Boden gesprochen werden.

Beim basischen Standort hingegen, nimmt das *Mercurialis perennis* während ihrer Vegetationszeit eine deutlich dominante Stellung ein.

### **Sind die unterschiedlichen Bodentypen anhand von Zeigerpflanzen erkennbar?**

Es weisen keine typischen Zeigerpflanzen auf die unterschiedlichen Böden hin.

Der als saurer Buchenwald betitelt Bodentyp ist vor allem mit *Oxalis acetosella*, *Galium odoratum* und *Rubus fruticosus* vertreten. Deren Zeigerwerte weisen beispielsweise auf einen mässig sauren Boden hin. Diese Pflanzen gelten aber nicht als typische Zeigerpflanzen, da sie über eine grössere Toleranz bei Veränderungen ihrer Lebensbedingungen verfügen. Vor allem *Rubus fruticosus* hat eine grosse ökologische Amplitude. Das Auftreten der *Oxalis acetosella* im zweiten eher basischen Untersuchungsgebiet, bestätigt auch die Toleranz dieser Pflanze. Denn obwohl der Sauerklee auf einen sauren und kalkarmen Boden hinweist, kann er auch in anderen Gebieten vorkommen.

Auf dem basischen Standort sticht bei der zweiten Untersuchung vor allem das *Mercurialis perennis* heraus. Dieses Bingelkraut weist laut Flora Helvetica auf einen eher schattigen alkalischen Buchen/ Mischwald hin. Dies stimmt mit den Merkmalen des Untersuchungsgebietes überein. Es kann aber nicht auf Kausalität geschlossen werden, dass das Bingelkraut nur auf basischen Böden vorkommen kann. (Krüsi, 2012, S.26)

### **Unterscheiden sich die Zeigerwerte durchschnittlich in den beiden Untersuchungsgebieten voneinander?**

Da die Autoren beim Untersuchungsgebiet auf weniger als 20 Arten gekommen sind, muss, um überhaupt auf einen potenziellen signifikanten Unterschied zu kommen, die Differenz mehr als 0.4 Einheiten aufweisen. Bei diesen Untersuchungsgebieten kann demnach als einziger signifikanter Unterschied die gewichtete Reaktionszahl angesehen werden. Bei einer Einheit von 0.515. Diese Einheit bildet sich aus der Differenz, der gemittelten Reaktionszahlen. Diese Zahlen wiederum ergeben sich aus dem Durchschnitt der gewichteten Werte aus der ersten und zweiten Begehung. Dieser erhaltene Unterschied unterstützt die bereits vorweggenommene Aussage (GIS, 2012), dass es sich bei dem einen Untersuchungsgebiet um einen eher sauren beim anderen um einen basischen Boden handelt.

Die Zeigerwerte zeigen auch einen Unterschied in der gewichteten Lichtzahl von 0.245. Wegen den oben beschriebenen Beurteilungskriterien kann dies jedoch nicht als signifikant angesehen werden. Sie fließt somit nicht als Unterscheidungsmerkmal in die Arbeit hinein.

### **Unterscheiden sich die vorkommenden Arten in den zwei Untersuchungsflächen prägnant voneinander?**

Die basische Fläche beherbergt mehr Arten als die saure: 17 bei der ersten Begehung und 18 bei der zweiten. Alle in der sauren Fläche vorkommenden Pflanzen sind ebenfalls in der basischen Fläche vertreten, bis auf folgende Ausnahmen: Ahorn (*Acer spec. (Keimling) /cf.*), Gemeiner Waldfarn (*Athyrium filix-femina (L.) Roth*), Echter Waldmeister (*Galium odoratum (L.) Scop.*), Brombeere (*Rubus fruticosus aggr.*), Hasenlattich (*Prenanthes purpurea*). Einzig die Familien Polypodiaceae (Tüpfelfarngewächse) und Rubiaceae (Rötegewächse) erscheinen nicht in beiden Flächen.

Dieser Sachverhalt genügt jedoch nicht, um zu entscheiden, ob der Unterschied signifikant ist.

Die Autoren haben sich für die Methode der floristischen Ähnlichkeit nach Van der Maarel entschieden. Diese hat ergeben, dass die Pflanzen der zwei Flächen 0-1% sich floristisch ähnlich sind. Konkret könnte man also sagen, dass sich die Arten extrem stark unterscheiden. Dieser Umstand wird aber dadurch relativiert, dass die basische Fläche in der ersten und zweiten Begehung sich nur zu 41% floristisch ähnlich ist, also eher wenig, was dem Eindruck der Autoren widerspricht. Letzteres Ergebnis ist auf den hohen Deckungsgrad, der während der zweiten Begehung vorhanden war, zurückzuführen.

Dennoch kommen die Autoren zum Schluss, dass der Unterschied der vorkommenden Arten prägnant ist

### **Unterscheidet sich der Deckungsgrad in den zwei Untersuchungsflächen prägnant voneinander?**

Betrachtet man die saure und basische Untersuchungsfläche, so ist optisch ein starker Unterschied in der Krautschicht bemerkbar. Die saure Fläche weist viel totes organisches Material und wenig krautartige Pflanzen auf (während der ersten und zweiten Begehung), die basische Fläche hingegen ist völlig bedeckt durch die Krautschicht (zum Zeitpunkt der zweiten Begehung). Intuitiv würde man also sagen der Unterschied ist prägnant.

Die saure Fläche hatte bei der ersten Begehung einen Deckungsgrad von 9.9%, die basische 53.1% (Differenz: 43.2%). Bei der zweiten Begehung hatte die saure Fläche einen Deckungsgrad von 13.93%, die basische 103.01% (Differenz: 89.08%). Dies ist ein signifikanter Unterschied.

Nun stellt sich die Frage, wie verhält es sich mit dem Deckungsgrad der Pflanzen die in beiden Flächen vorkommen? Dafür wurde der t-Test angewendet, 2-Seitig, mit ungleicher Varianz und einem Vertrauensintervall von 5%. Die Daten wurden aufbereitet, dh. wenn für eine Pflanze einen Deckungsgrad fehlte, wurde diese weggelassen.

Es besteht kein signifikanter Unterschied für die Deckungsgrade der Pflanzen die in beiden Flächen vorkommen, d.h. diese sind mehr oder weniger gleich stark ausgeprägt.

Für den Gesamtdeckungsgrad spielt dies jedoch keine Rolle, daher stimmt die intuitive Einschätzung: die Deckungsgrade der beiden Flächen unterscheiden sich prägnant voneinander.

## 6. Fazit

Die Verfasser dieser Arbeit erachten es als sinnvoll, zwei zeitlich versetzte Untersuchungen durchzuführen. Zum einen, weil die Vegetation im Mai dichter ist und die Pflanzen im Blütenstadium leichter zu identifizieren sind, zum anderen, weil die Dominanz der einzelnen Arten je nach Vegetationsperiode unterschiedlich ist.

Um eine wissenschaftlich korrekte Aussage über diese Untersuchungsgebiete zu machen, bräuchte es mehrere Untersuchungsflächen. Ausserdem müssten die Aufnahmen zeitlich stärker versetzt durchgeführt werden als in diesem Fall. Dadurch würden Unterschiede in der Zusammensetzung der Pflanzengesellschaften während der Vegetationsperiode erkannt werden.

In dieser Projektarbeit steht das Kennenlernen und Durchführen einer Analyse im Vordergrund. Ausserdem war der zeitliche Aufwand dieser Arbeit begrenzt. Für die Autoren ist es jedoch interessant gewesen, in einem Waldtyp, den Einfluss der verschiedenen Bodentypen zu untersuchen.

## Literatur

GIS. (2012). Abgerufen am 6. Juni 2012 von Geografisches Informationssystem des Kanton Zürich: <http://www.gis.zh.ch/gb4/bluevari/gb.asp>

Bächtiger, J.-B. (2012). Lebensräume der Schweiz - Einführung Pflanzensoziologie. Wädenswil: ZHAW .

Krüsi, B. O. (2012). Quantitative Vegetationsanalyse. Wädenswil: ZHAW. Stadt Zürich. (2012). Natur- und Erlebnisräume. Abgerufen am 6. Juni 2012 von [www.stadt-zuerich.ch](http://www.stadt-zuerich.ch): <http://www.stadt-zuerich.ch/sihlwald>

Wildnispark Zürich. (2012). Wildnispark Zürich. Abgerufen am 5. Juni 2012 von [www.wildnispark.ch](http://www.wildnispark.ch): <http://www.wildnispark.ch/zuerichs-wildnis/sihlwald/>

Delarze, R. & Y. Gonseth, (2008). Lebensräume der Schweiz