

## © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

### Alpen-Heckenkirsche (Alpen-Geissblatt)

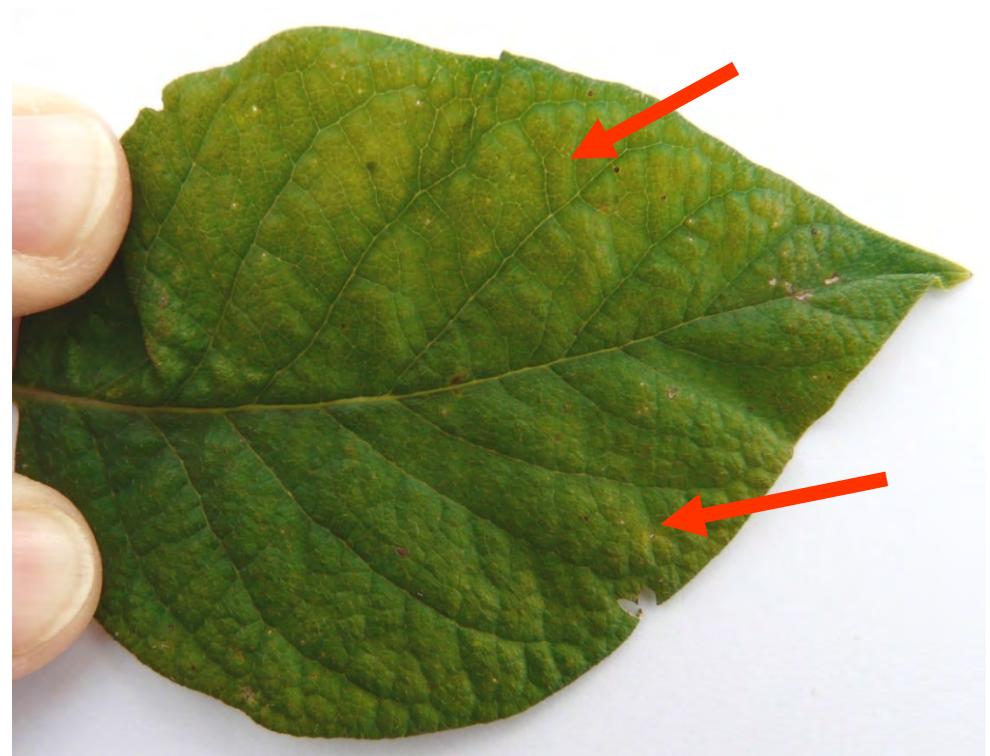
*Lonicera alpigena* L.

Die → Verfärbung durch Ozon an älteren Blättern ist bei der Heckenkirsche ein unsicheres Symptom, denn es gleicht der Altersverfärbung und tritt häufig zusammen mit Pilzinfektionen auf, die Ursache der Verfärbung muss deshalb mit mikroskopischen Methoden verifiziert werden.



Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

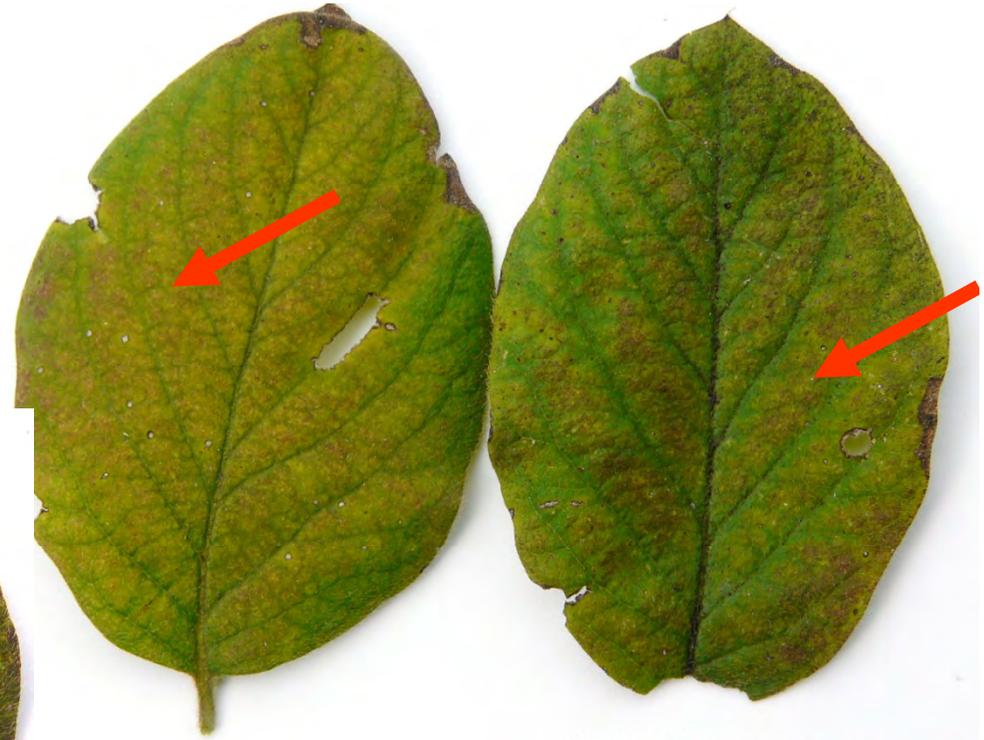
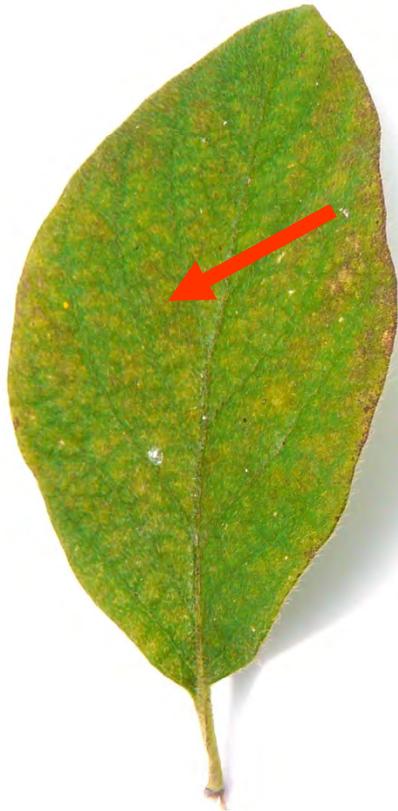
Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	2	Unterforst	-	-	+
AR	3	Farnbüel	-	+	+



Teufen, AR, Farnbüel, 2009, schwache Verfärbung

**Alpen-Heckenkirsche  
(Alpen-Geissblatt)**

→ Verfärbung durch Ozon



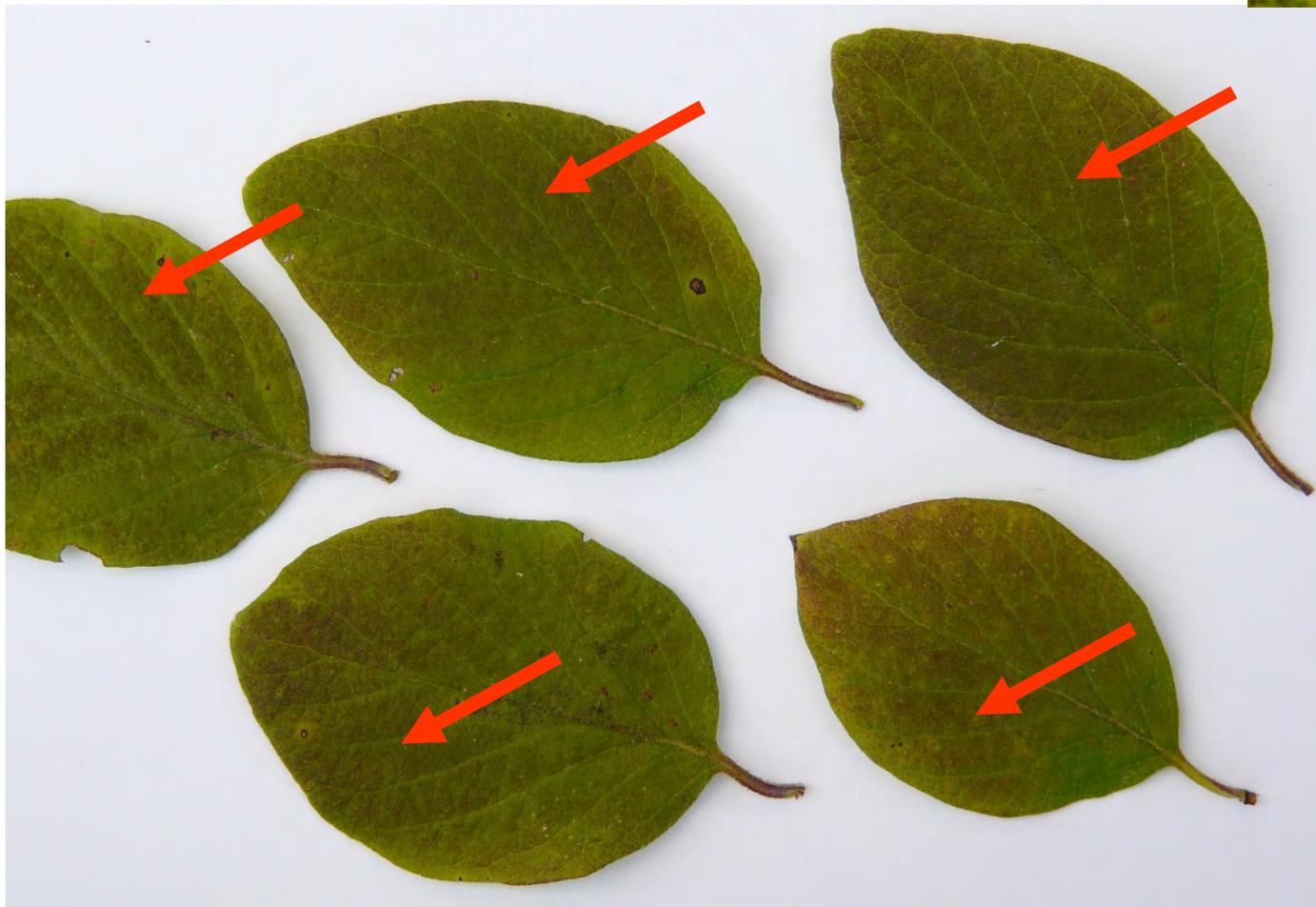
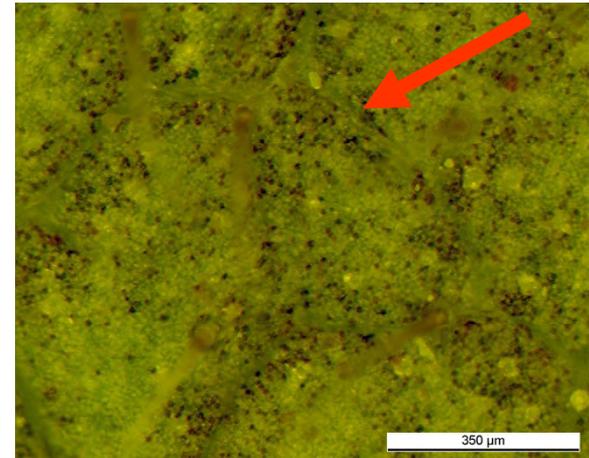
**FL, Unterforst, 2011**

→ Verfärbung durch Ozon, mikroskopisch vergrößert



**Alpen-Heckenkirsche  
(Alpen-Geissblatt)**

AR, Farnbüel, 2011, stärkere Ozonsymptome als 2009



→ Verfärbung durch  
Ozon,  
oben vergrössert

# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

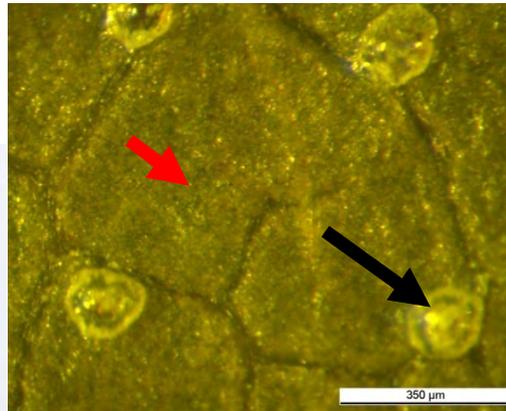
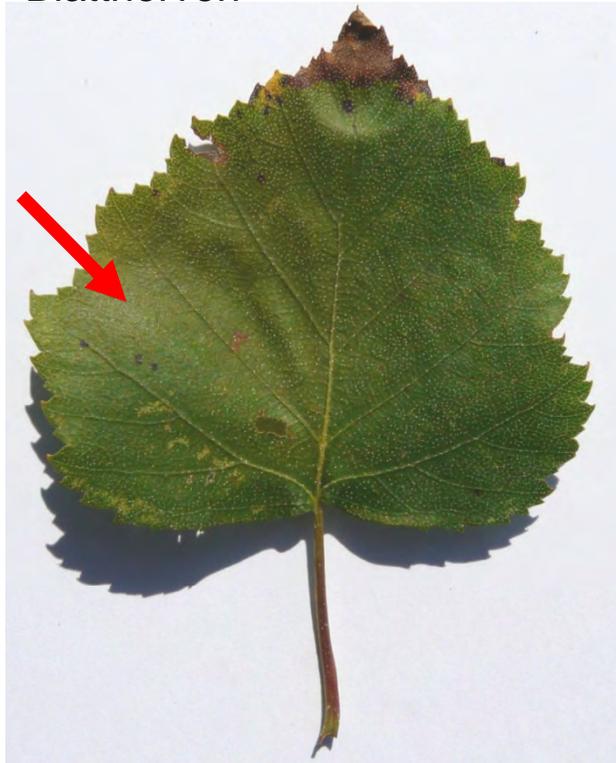
## Birke

Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

*Betula pendula* Roth

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	1	Sandteil	-	-	-
FL	3a	Sütigerwies	-	(+)	(+)

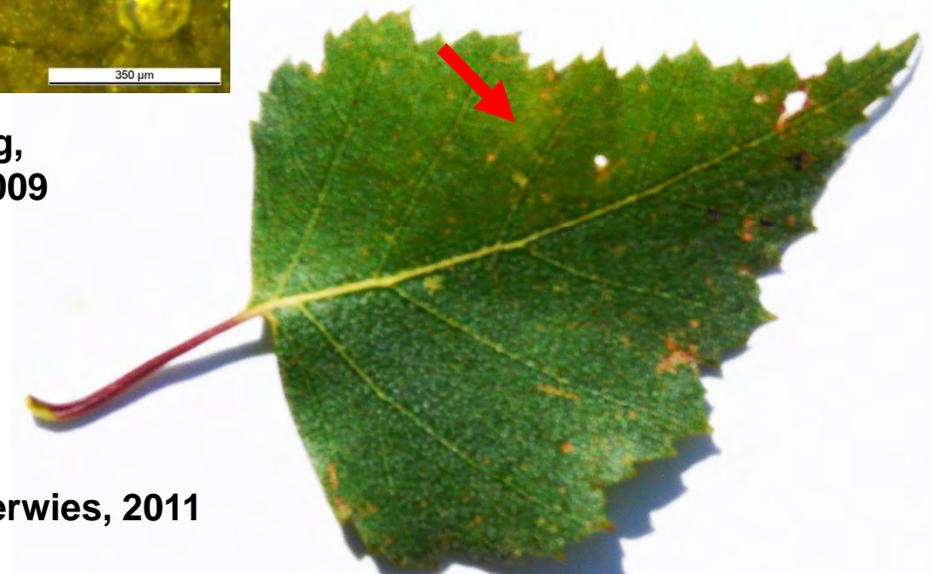
→ Beginnende Verbräunung durch Ozon zwischen den Blattnerven



→ Verbräunung auf der Blattoberseite, vergrössert, → Drüsen

FL, Triesenberg, Sütigerwies, 2009

FL, Sütigerwies, 2011



# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

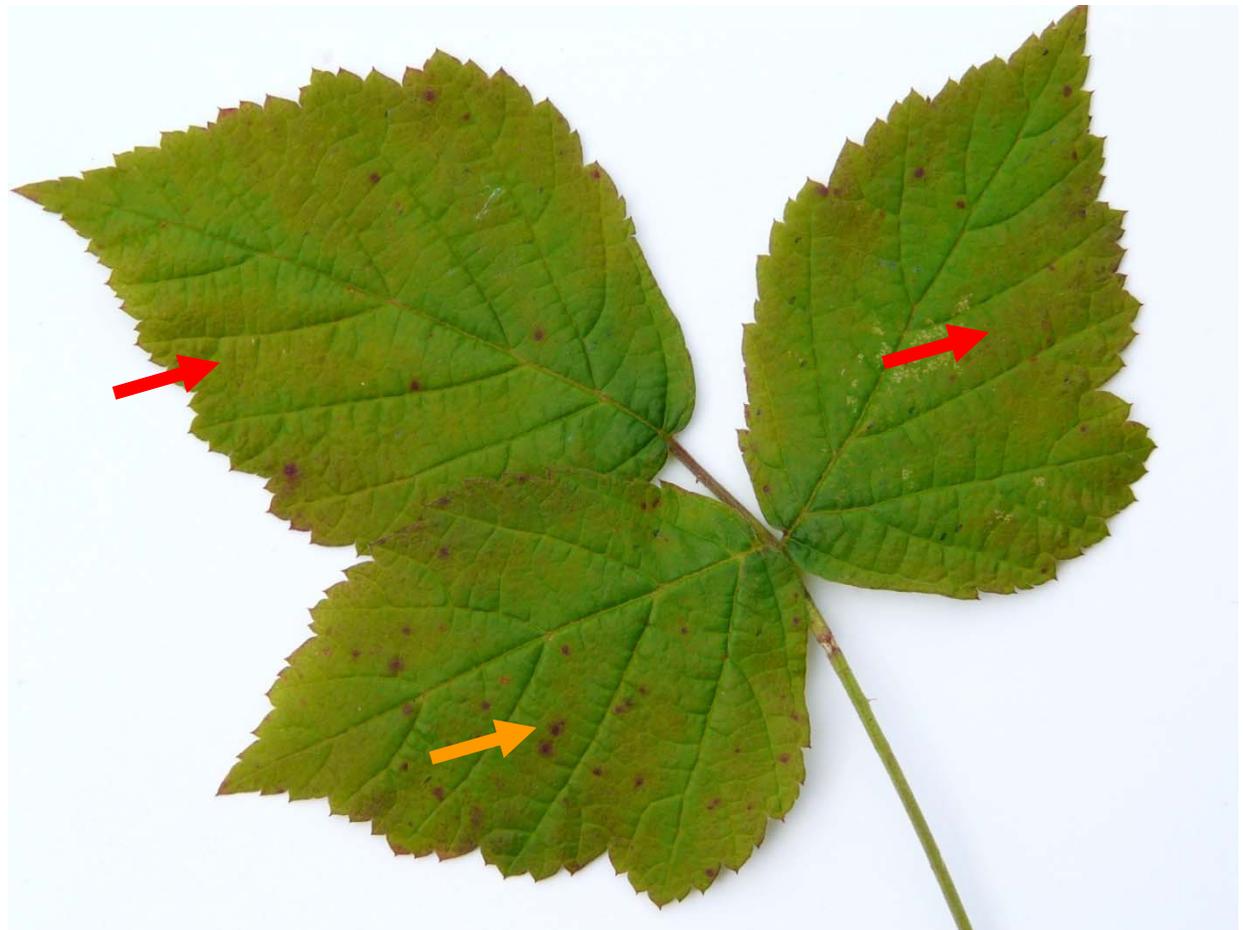
<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

## Brombeere

Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

	Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
<i>Rubus fruticosus L.</i>	FL	2	Unterforst	-	-	+
	ZH	2	Zürich, Witikon			+

→ Verbräunung/Verrötung durch Ozon zwischen den Blattnerven, → einzelne grössere rote Punkte sind (zusätzlich) auf Pilzinfektionen zurückzuführen

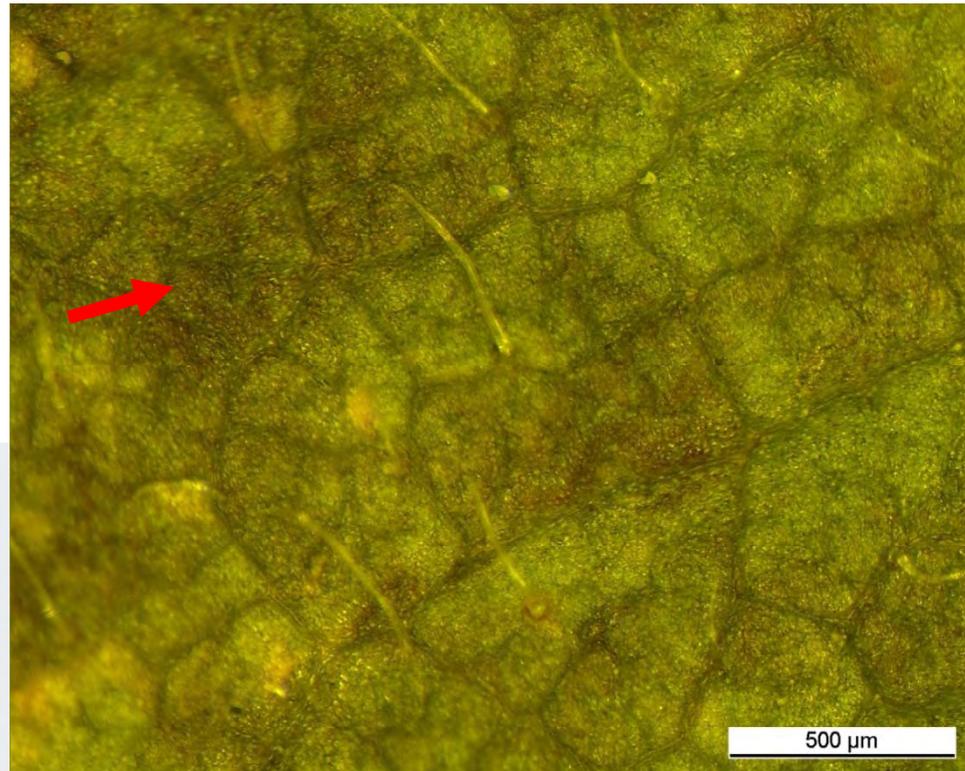


FL, Triesen, Unterforst, 2011

# Brombeere

Zürich, Witikon, 2011

→ Verbräunung/Verrötung  
durch Ozon



## © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

### Rotbuche

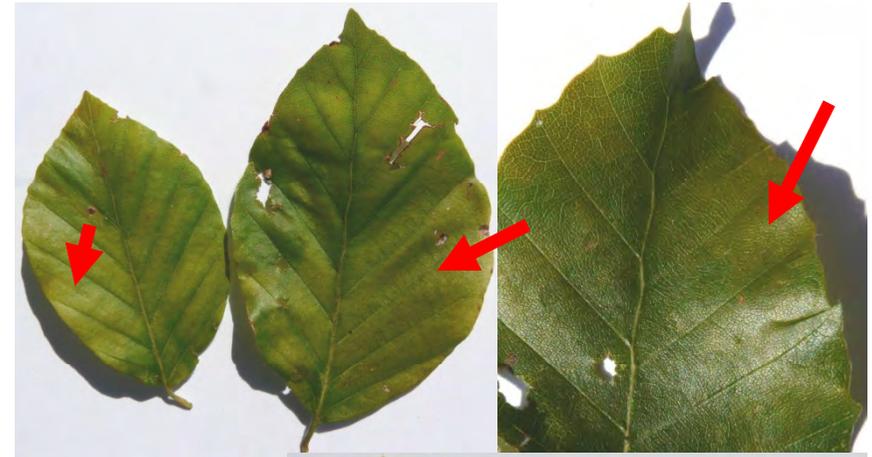
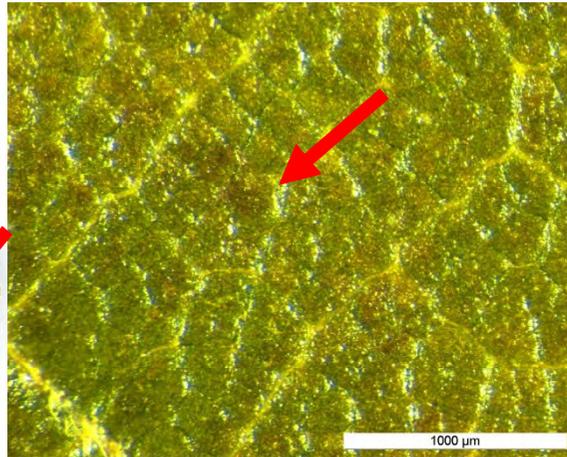
Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

*Fagus sylvatica* L.

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	2	Unterforst	+	-	+
FL	3a	Sütigerwies	+	+	+
FL	3b	Guferwald	+	(+)	+
GL	1	2009, Auli		+	
GL	2a	2008, Facht	+		
GL	2b/2	2008, Fachtegg / 2009 Staldengarten	(+)	+	
GL	3	2008 Schlatt, 2009 Büttenen	(+)	+	
SG	2a	Stuelegg, Waldrand	-	(+)	+
AR	3	Farnbüel	+	-	+
ZH	1	Zürich, Botanischer Garten	+	(+)	(+)
ZH	2	Zürich, Witikon	+	-	+
ZH	3	Zürich, Fluntern	+	+	+

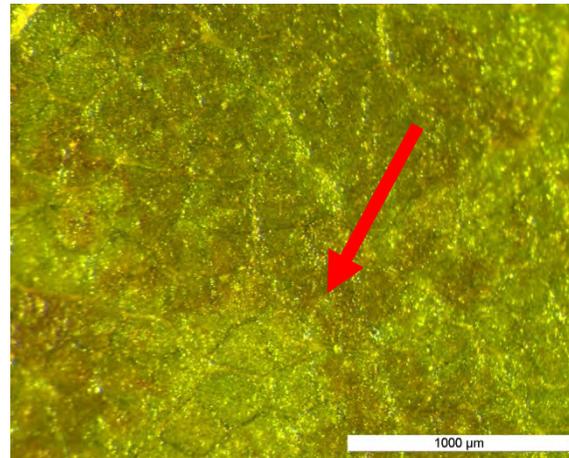
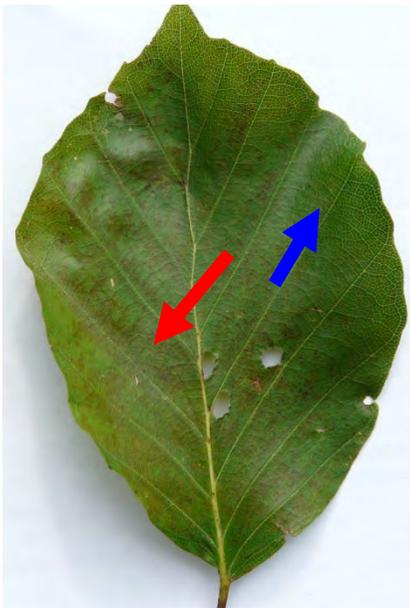
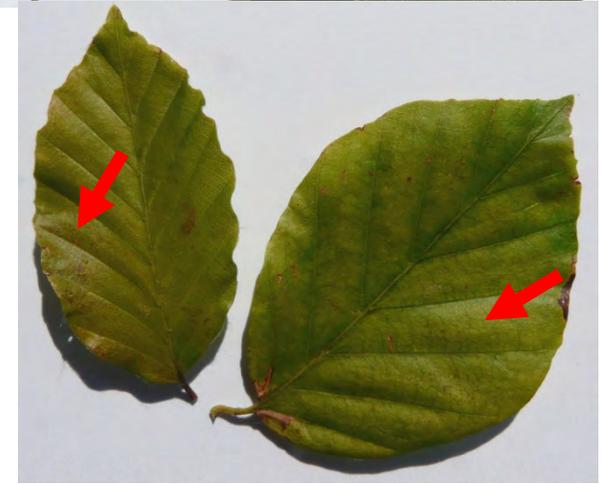
Buchenblätter sind gute und empfindliche Indikatoren für Ozon durch Verbräunung und Schatteneffekt, (keine Ozonaufnahme, wenn ein Blatteil stets im Schatten eines anderen Blattes liegt).

**Rotbuche**

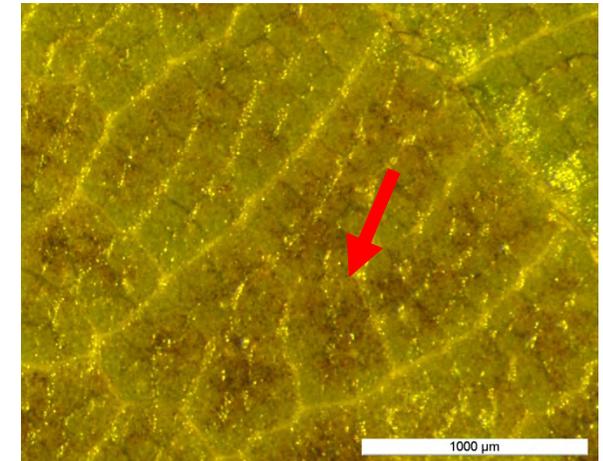


**FL, Triesen, Unterforst, 2008**

→ Verbräunung durch Ozon und → Schatteneffekt.



**FL, Triesenberg, Süttigerwies, 2008**

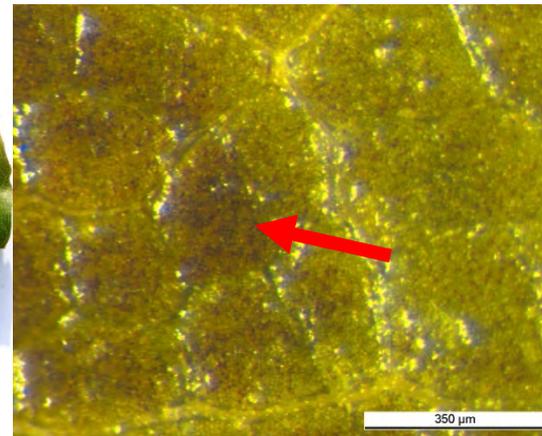
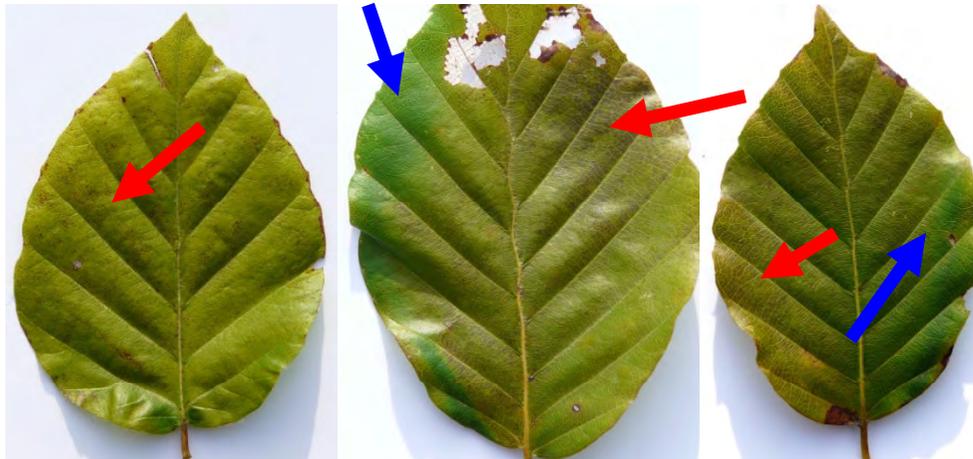
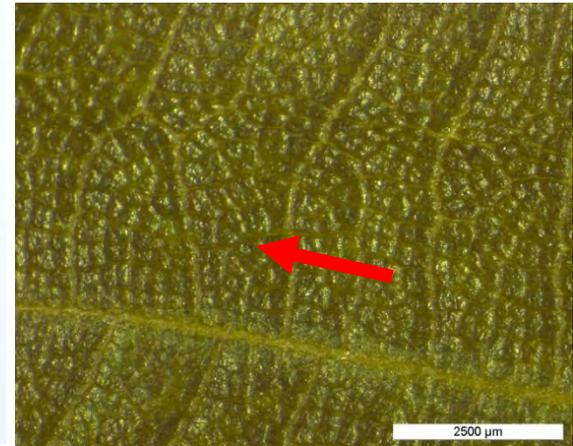


**FL, Triesenberg, Süttigerwies, 2009**

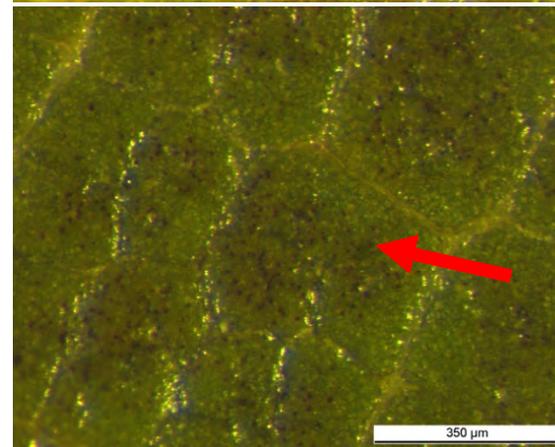
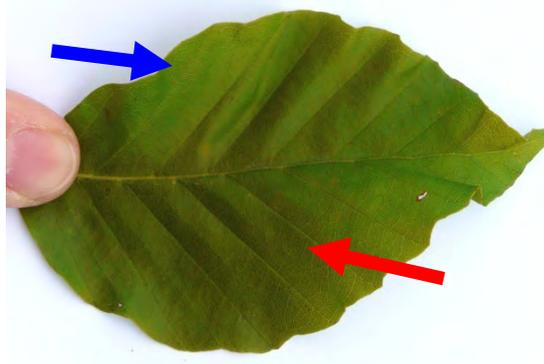
# Rotbuche

- Verbräunung durch Ozon und
- Schatteneffekt

Zürich,  
Botanischer Garten, 2008



Zürich,  
Witikon,  
2008



Zürich,  
Fluntern,  
2008

**Rotbuche**



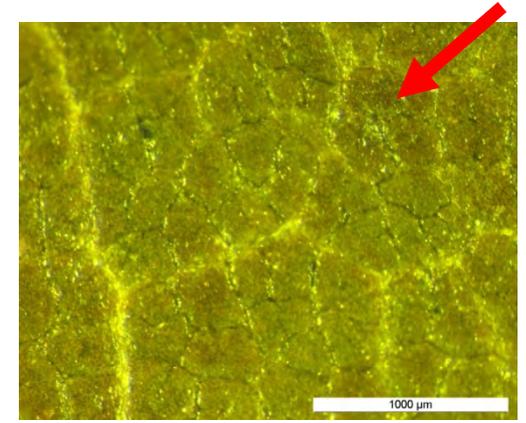
Facht, GL, 2008

→ Verbräunung durch Ozon und → Schatteneffekt.



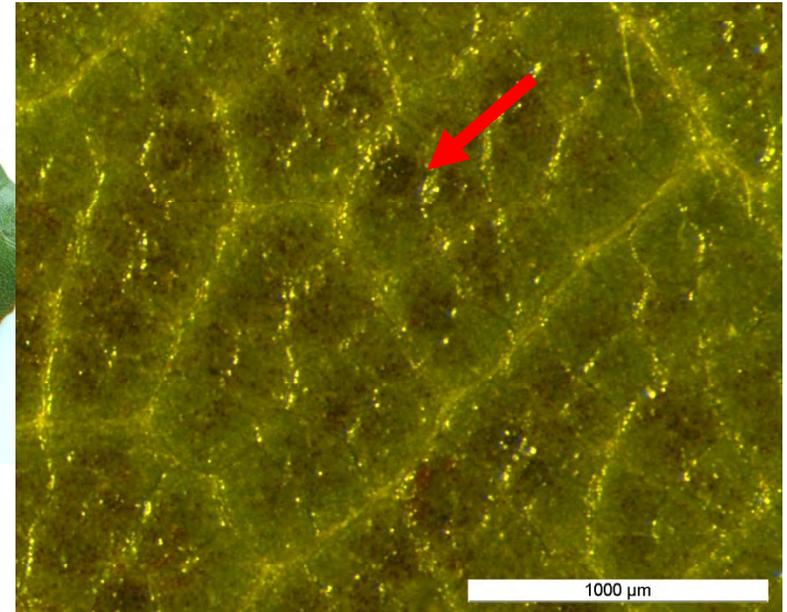
Verbräunung → auf der Blattoberfläche, vergrößert, schwache, aber deutliche Reaktion

Farnbüel, AR, 2008

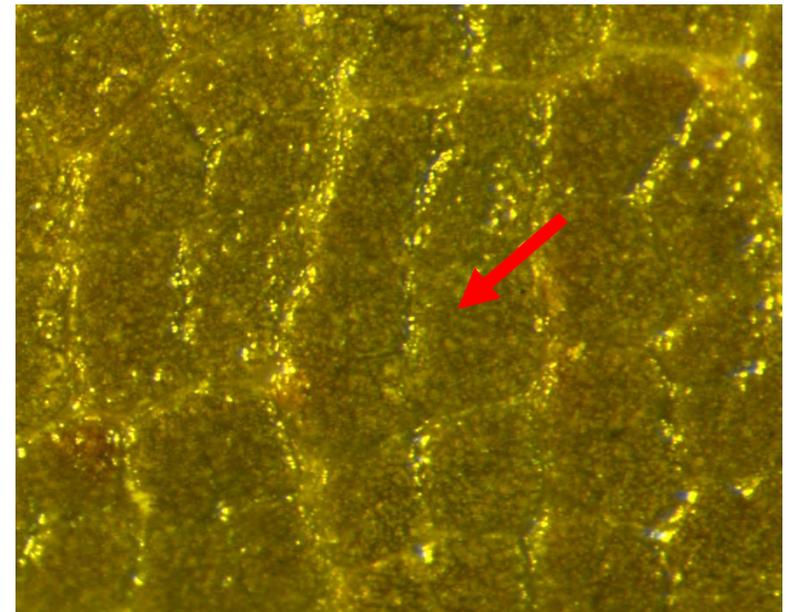


# Rotbuche

Flächige Verbräunung durch → Ozon,  
braune Flecken durch → Pilzinfektion



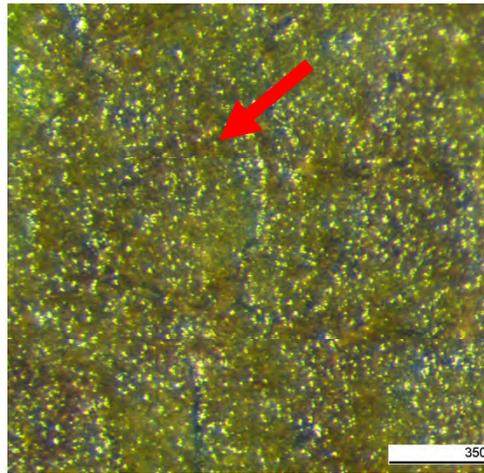
Staldengarten, GL, 2009



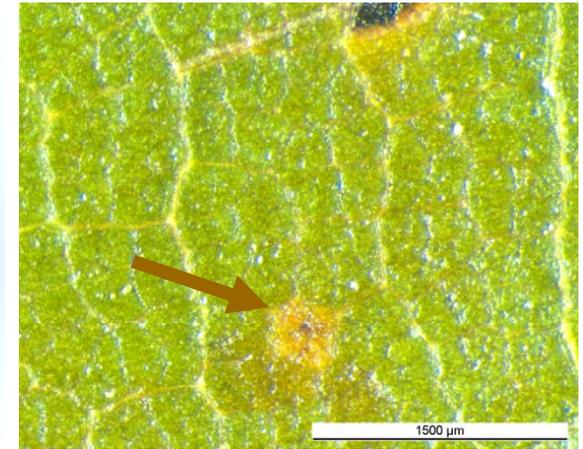
Büttenen, GL, 2009

# Rotbuche

Verbräunung/Vergilbung durch → Ozon,  
gelbe und braune Flecken durch → Pilzinfektion



Zürich Bot. Garten, 2009

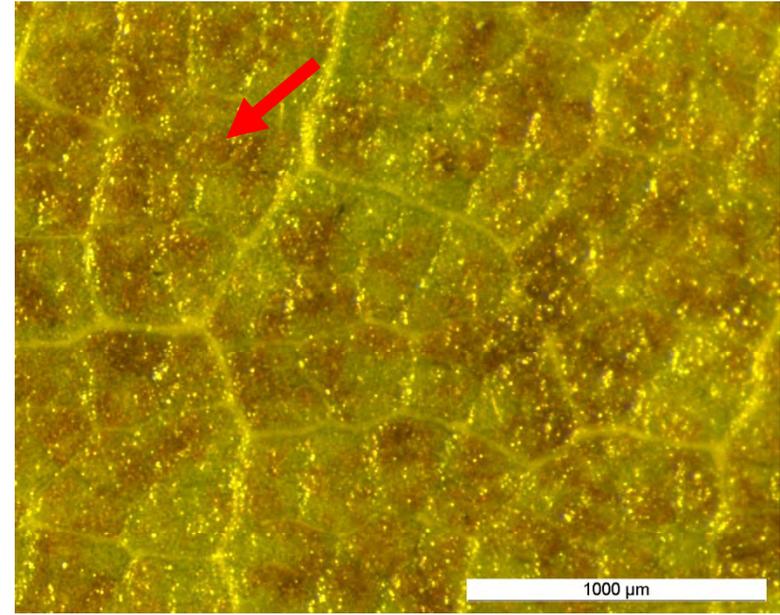


Zürich Witikon, 2009,  
Pilzinfektion

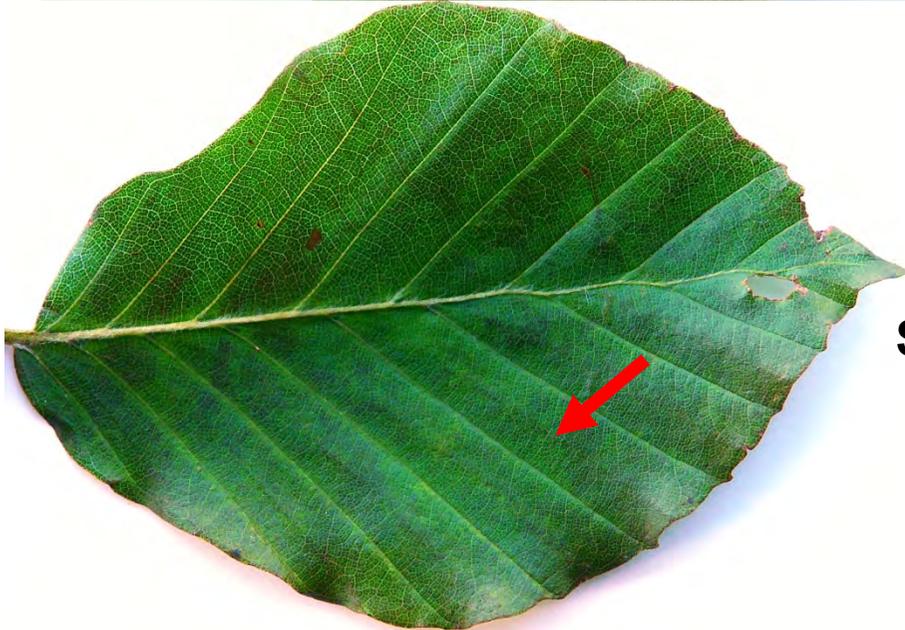


Zürich, Fluntern, 2009, Ozon und Pilzinfektion

# Rotbuche

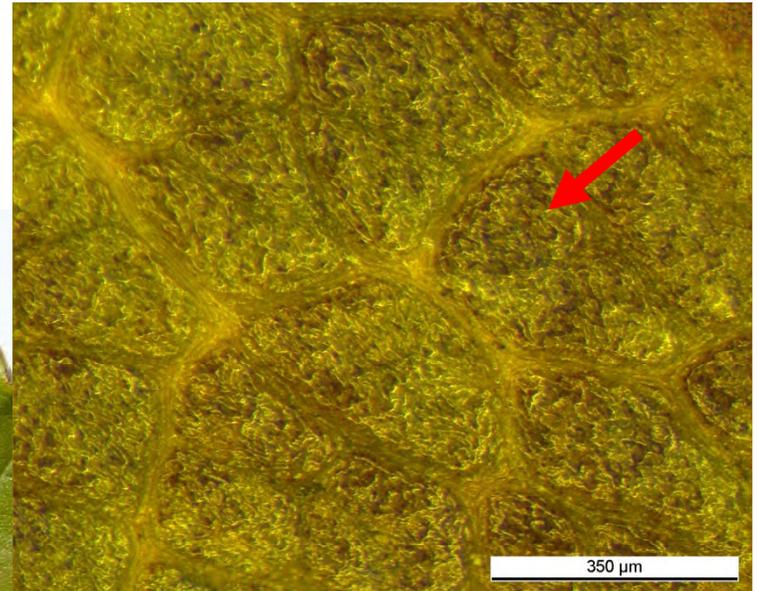
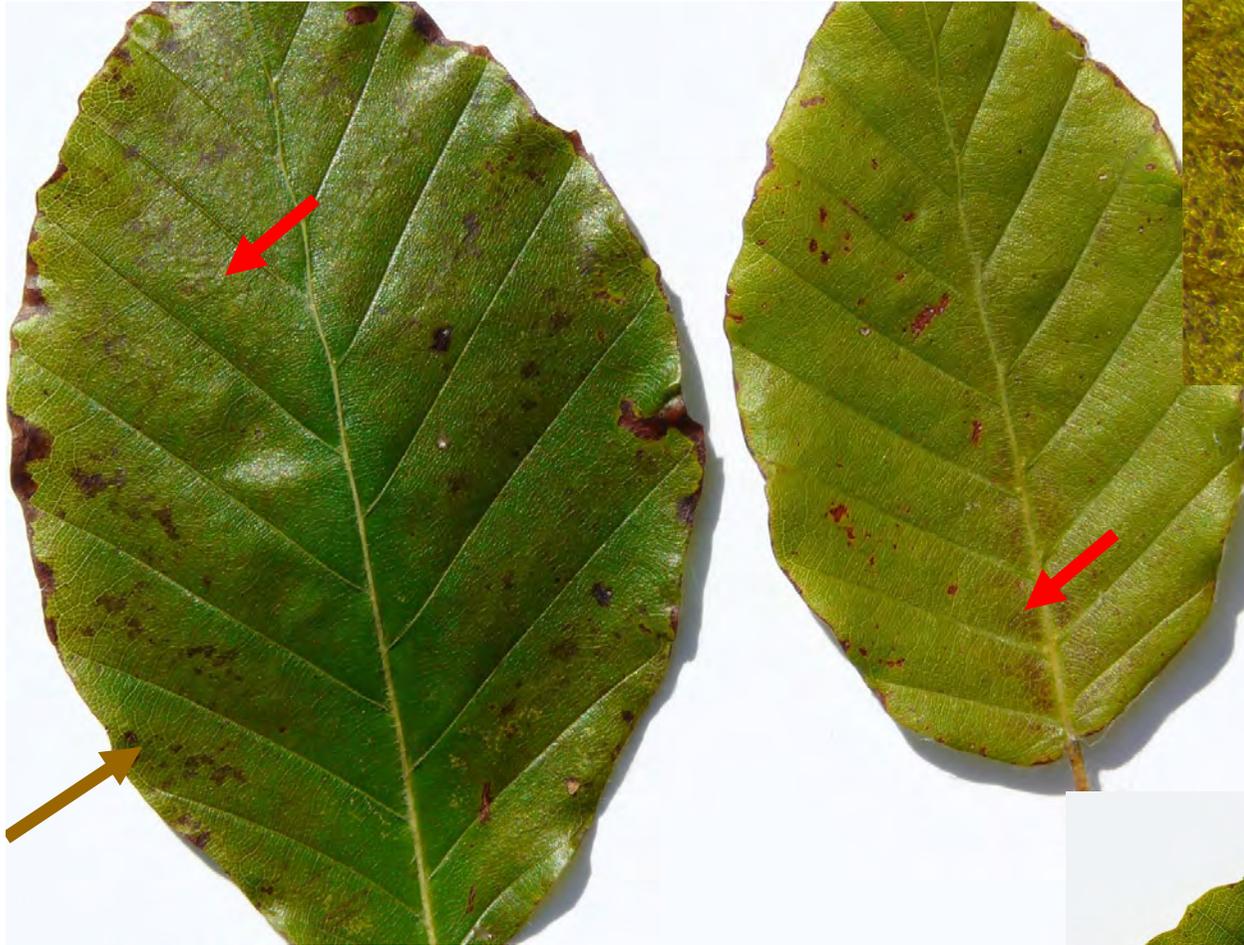


GL, Auli, 2009

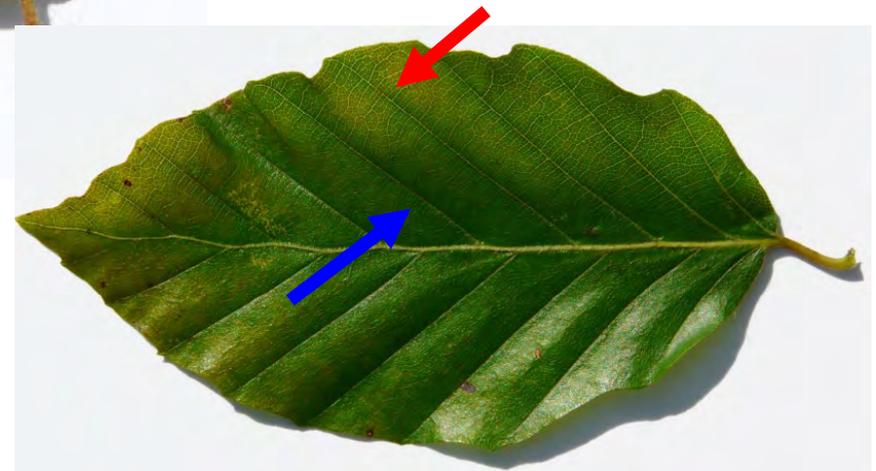


SG, Stuelegg, Waldrand 2011

# Rotbuche

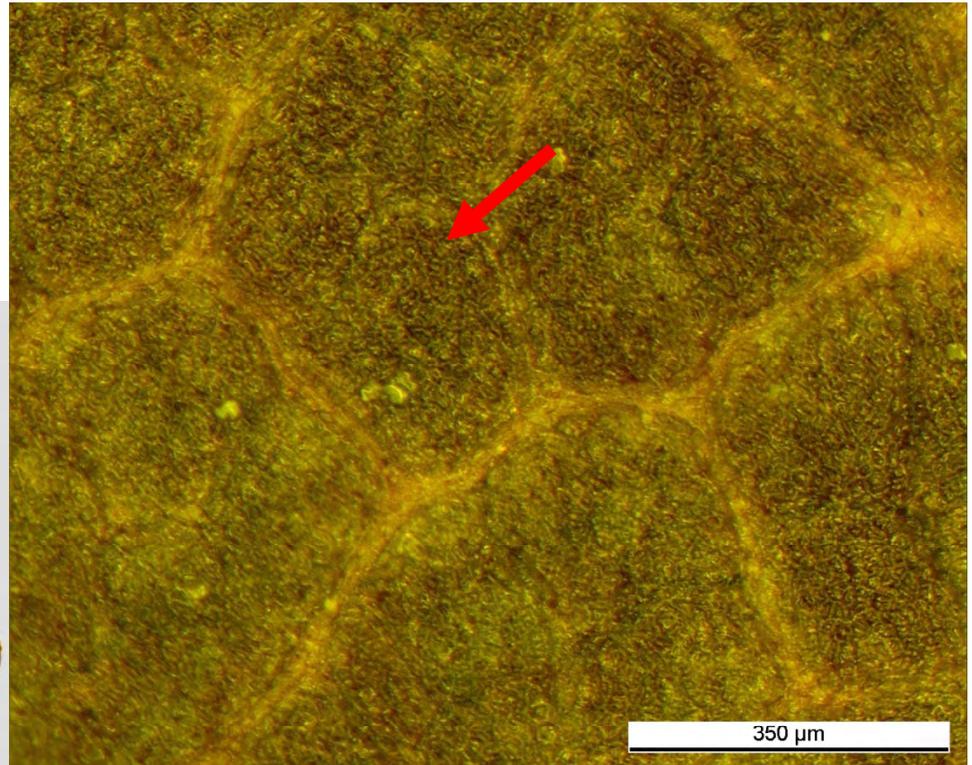


Verbräunung/Vergilbung  
durch → Ozon,  
braune Flecken durch →  
Pilzinfektion,  
→ Schatteneffekt.



Zürich, Witikon, 2011

# Rotbuche

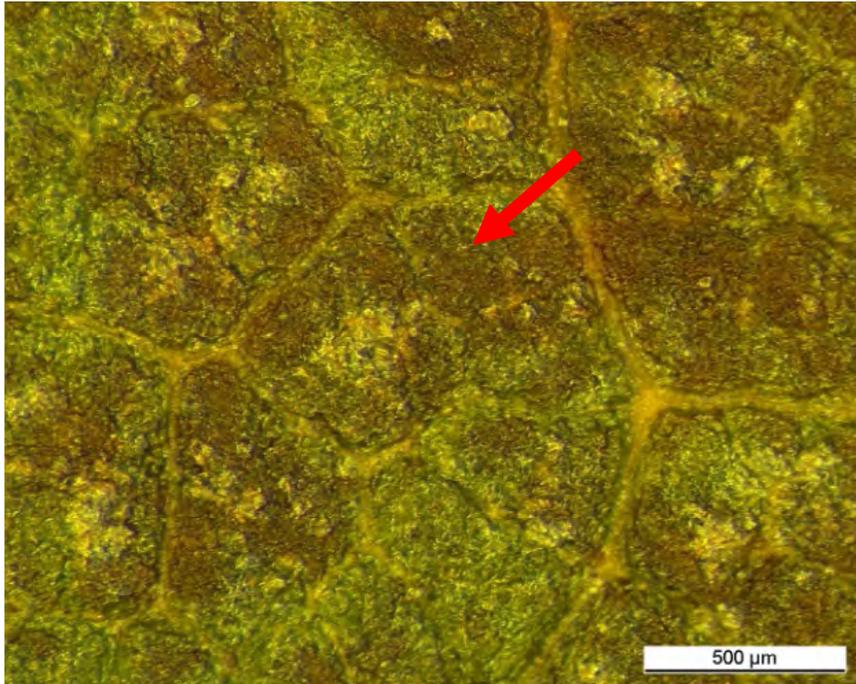


Verbräunung/Vergilbung  
durch → Ozon

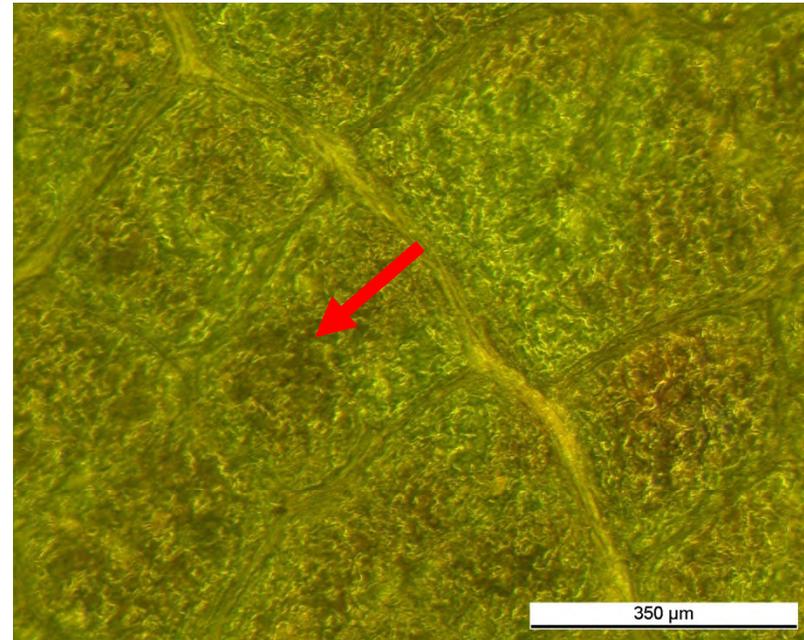
Zürich, Fluntern, 2011



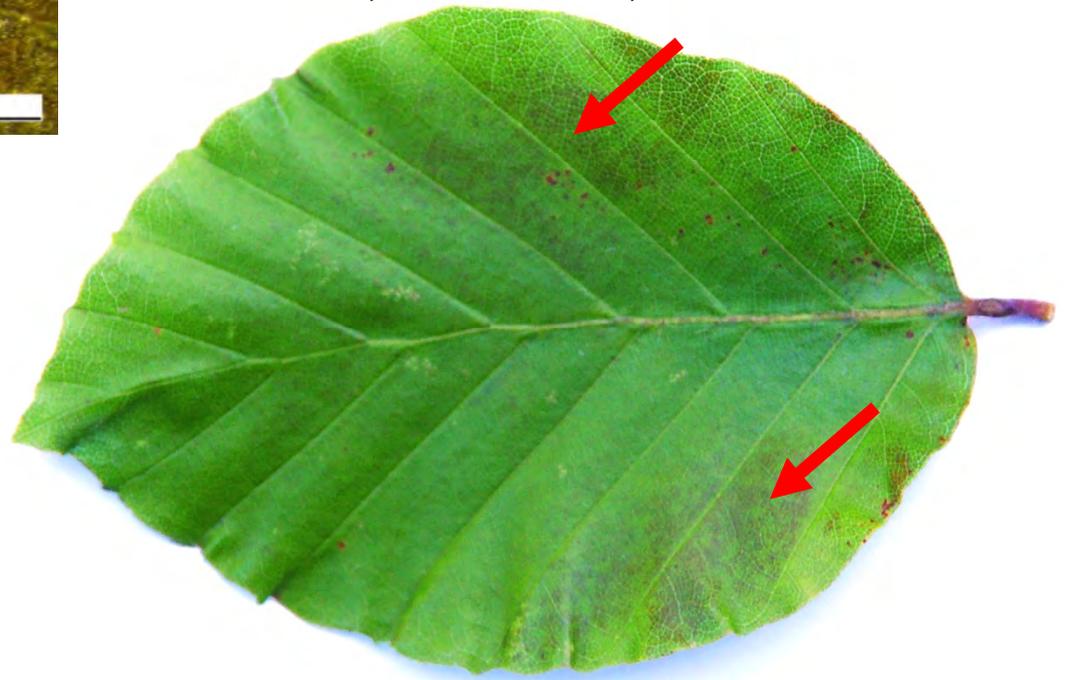
# Rotbuche



Fl, Sütigerwies, 2011



FL, Guferwald, 2011



Verbräunung durch  
→ Ozon

# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

## Eibe

*Taxus baccata L.*

→ Vergilbung an sonne-exponierten Zweig- und Nadelteilen mit zunehmendem Nadelalter könnte auf Ozon zurückzuführen sein, da sich die Schädigungen mit zunehmendem Nadelalter verstärken. Hier ist eine mikroskopische Untersuchung an Querschnitten nötig.

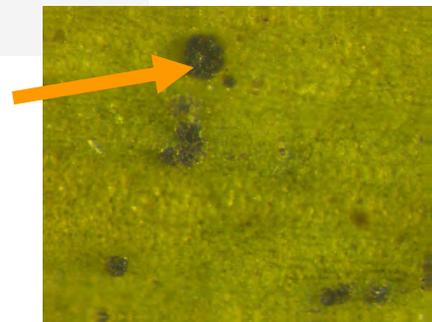
**Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -**

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
ZH	1	Zürich, Botanischer Garten	-	-	-
AR	3	Farnbüel	-	(+)	(+)



Zürich, Bot. Garten, 2008

→ Pilzinfektion



**Eibe**

Zürich, Bot. Garten, 2011



→ Vergilbung an vorjährigen Nadeln

## © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

### Eingrifflicher Weissdorn

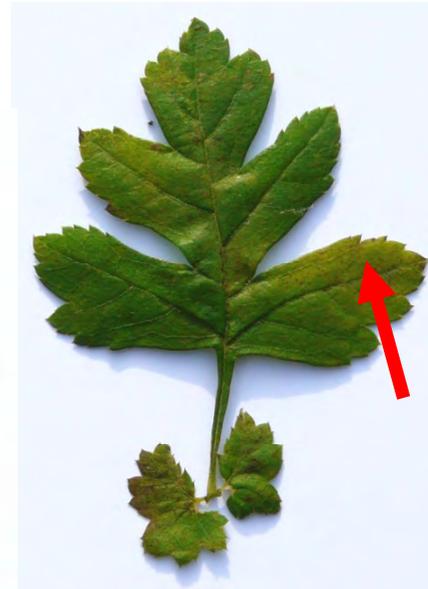
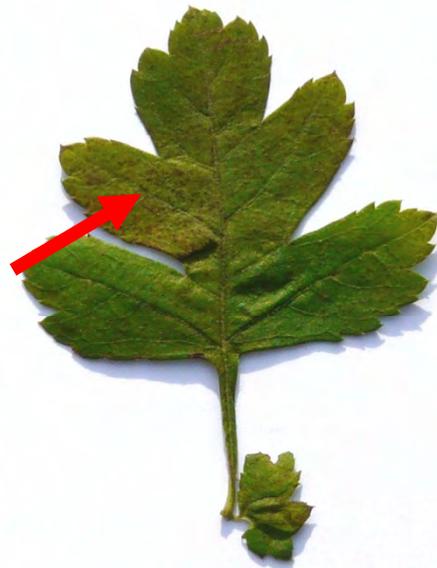
*Crataegus monogyna Jacq.*

Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

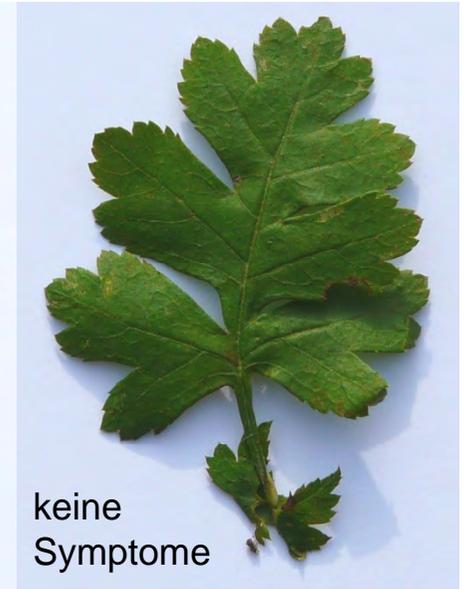
Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	3a	Sütigerwies	(+)	-	(+)
FL	3b	Guferwald	-	-	(+)
GL	2b/2	2008, Fachtegg / 2009 Staldengarten	(+)		
GL	3	2008 Schlatt, 2009 Büttenen		-	
SG	1	St. Gallen Rohrschacherstr.	(+)	+	+
SG	2a	Stuelegg, Waldrand	(+)	-	+
SG	2b	Stuelegg, Hecke			+
AR	3	Farnbüel	-	(+)	(+)
ZH	2	Zürich, Witikon	+	-	-
ZH	3	Zürich, Fluntern	-	-	+

## Eingrifflicher Weissdorn

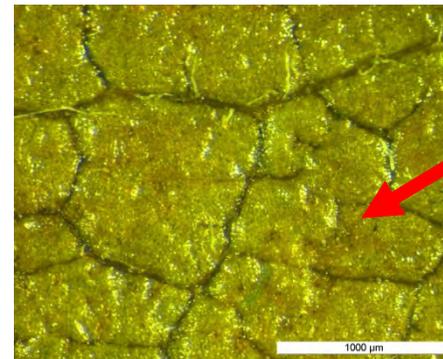
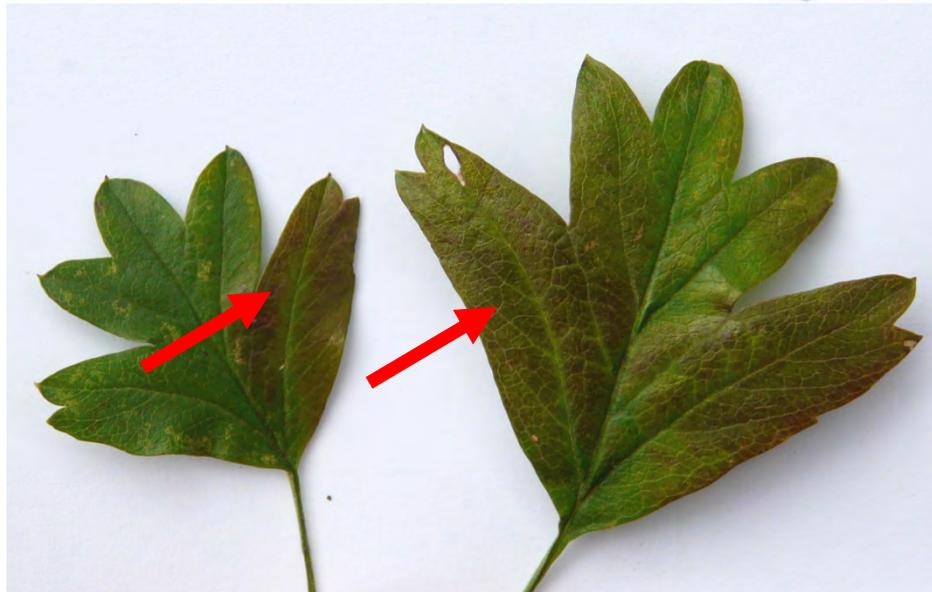
Ozon ist angezeigt  
durch →  
Verbräunung  
zwischen den  
Blattnerven und den  
→ Schatteneffekt



Zürich, Witikon, 2008



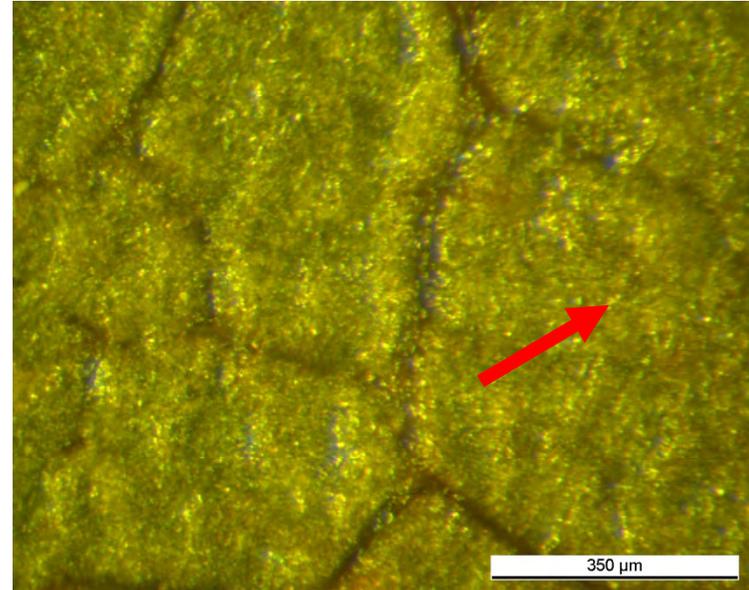
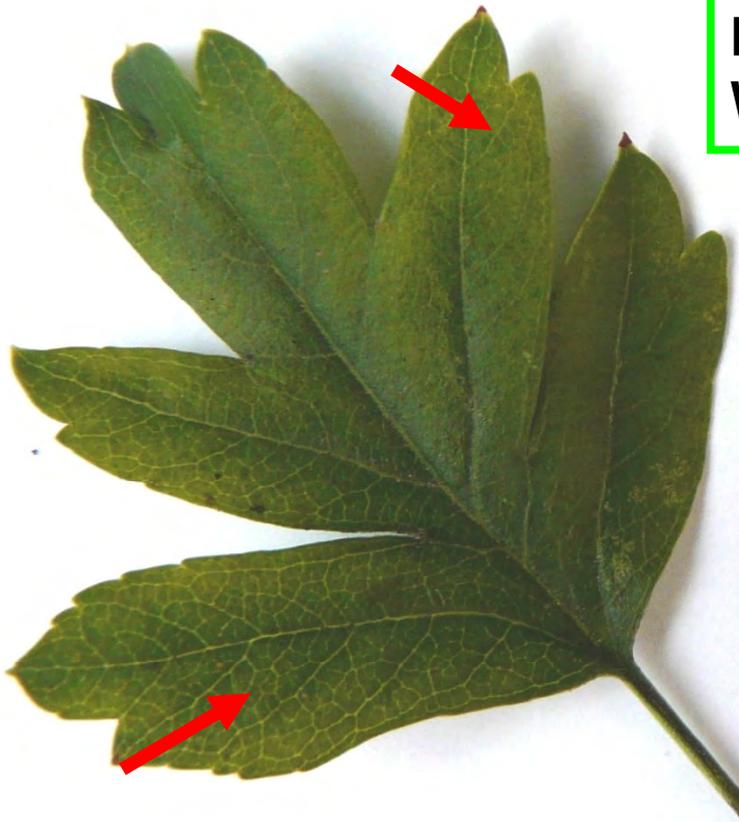
keine  
Symptome



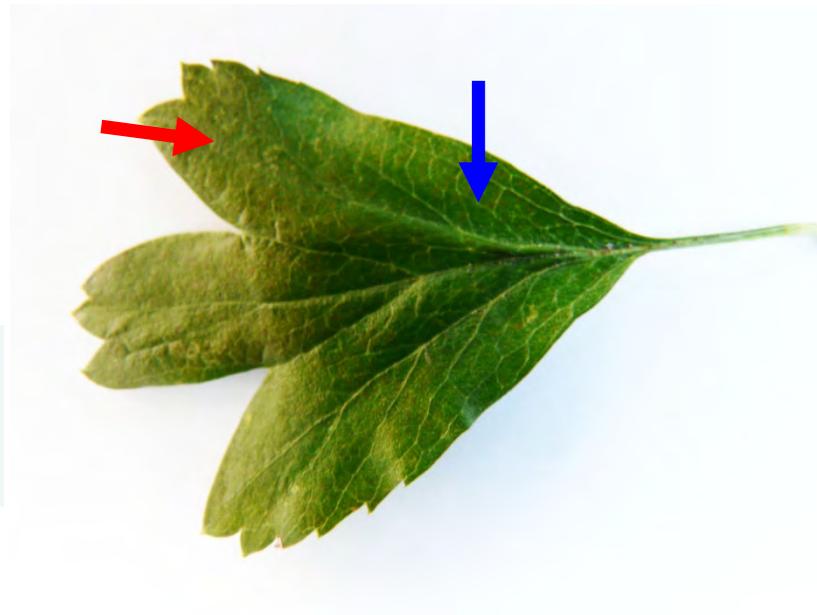
Verbräunung  
vergrössert

St. Gallen, Rohrschacherstr., 2008

**Eingrifflicher  
Weissdorn**

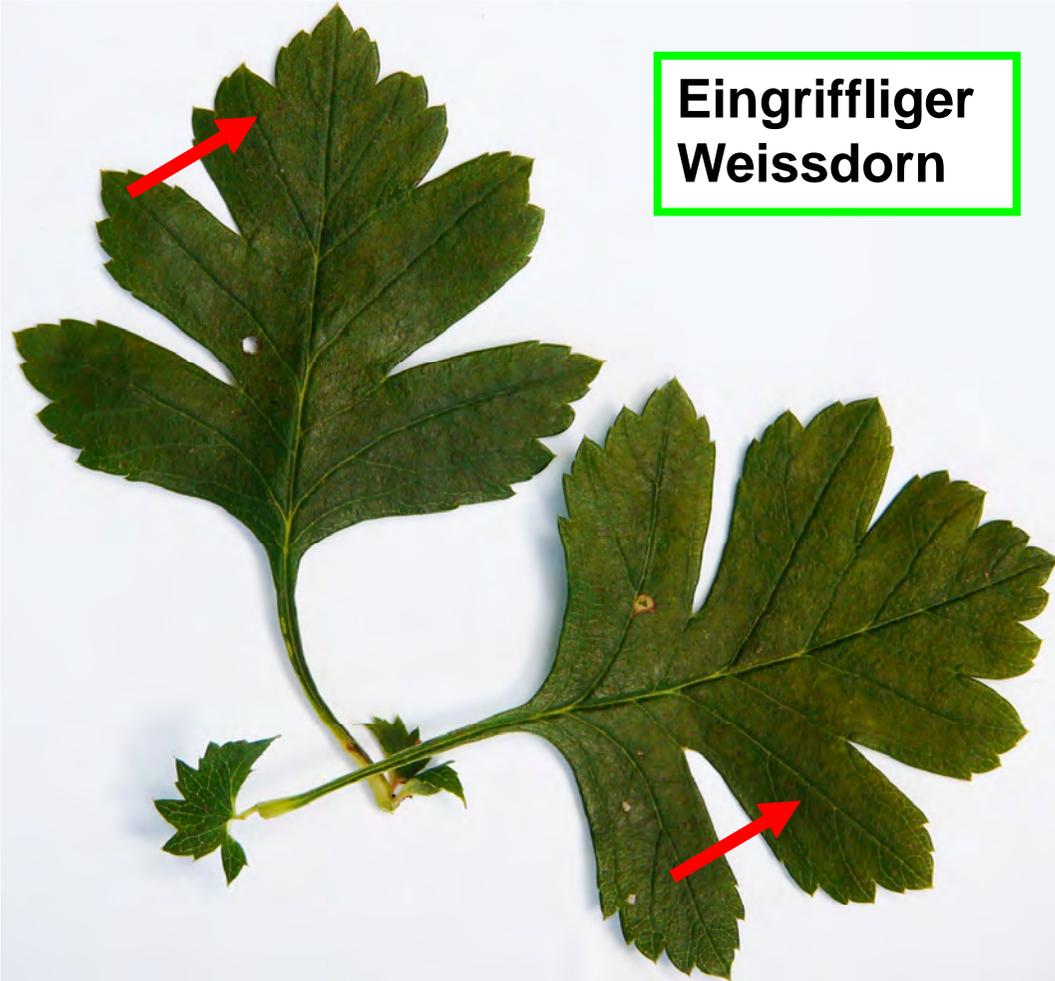


St. Gallen, Rohrschacherstr., 2009

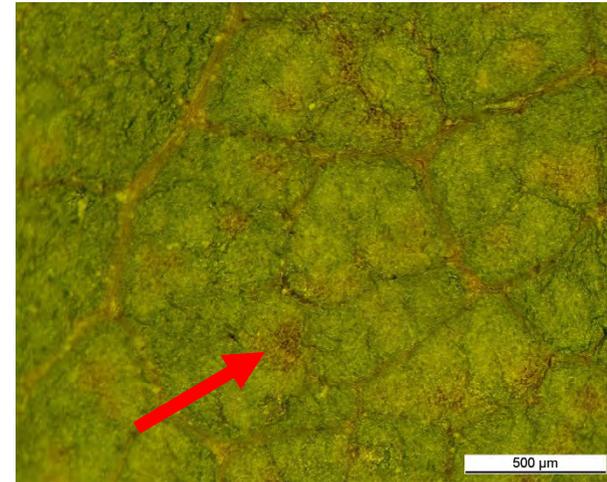


Ozon ist angezeigt durch → Verbräunung  
zwischen den Blattnerven und den  
→ Schatteneffekt

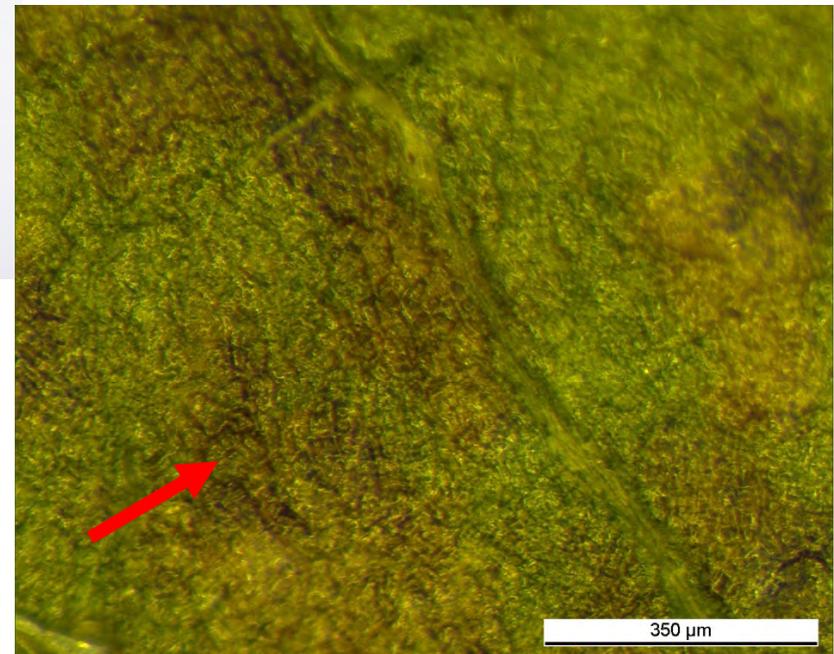
**Eingrifflicher  
Weissdorn**



**SG, Stuelegg, Hecke, 2011**



Vergrößerung der → Verbräunung,  
**SG, Stuelegg, Waldrand, 2011**



# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

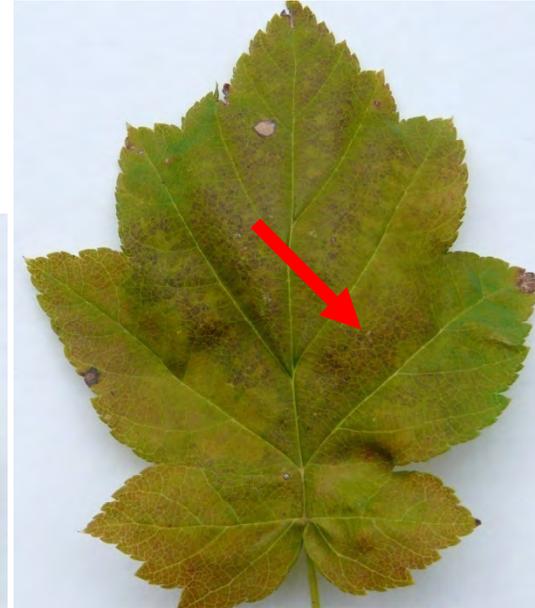
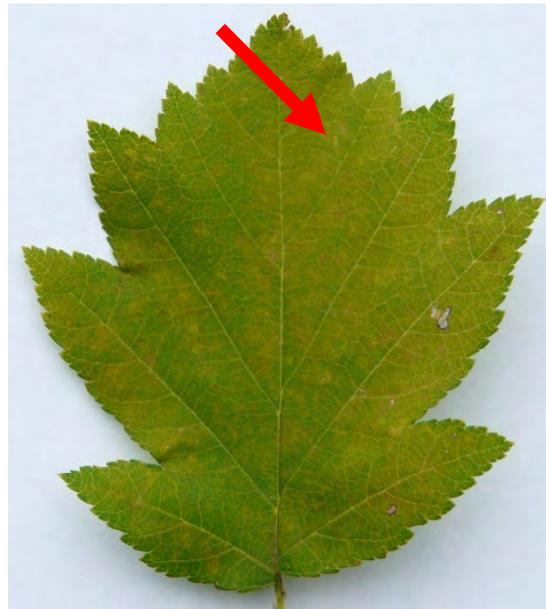
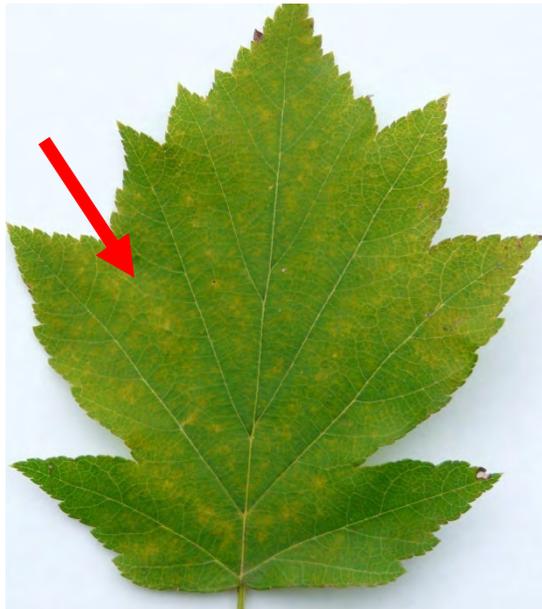
<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

**Elsbeerbaum**

*Sorbus torminalis* (L.) Krantz

→ Verbräunung durch Ozon



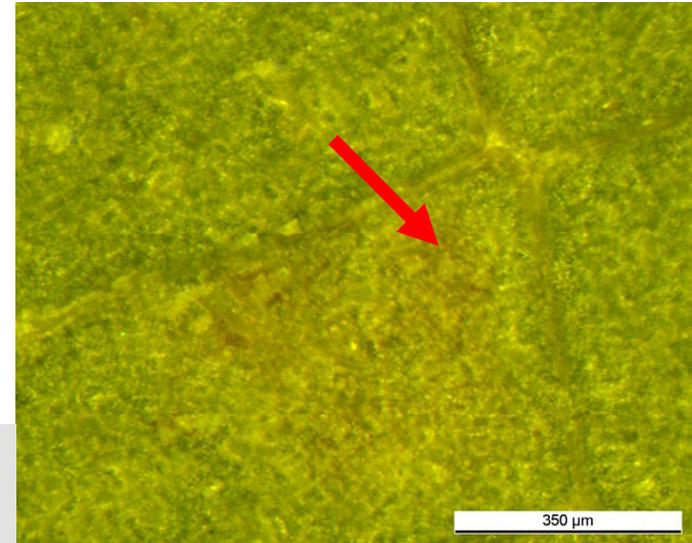
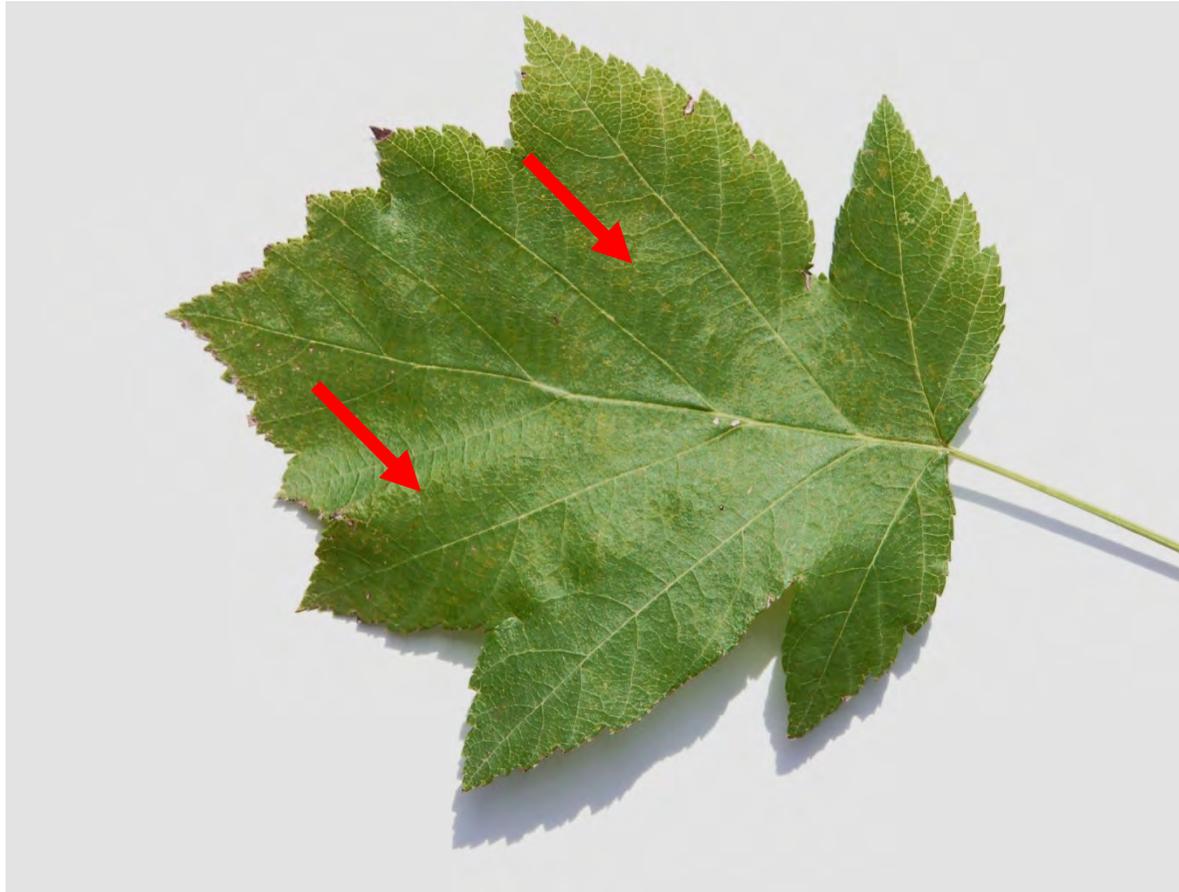
**Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -**

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
ZH	1	Zürich, Botanischer Garten	+	(+)	+

Verbräunung → auf der Blattoberseite vergrössert

**Zürich, Bot. Garten, 2008**

# Elsbeerbaum



Verbräunung →  
auf der Blattoberseite vergrößert

**Zürich, Bot. Garten, 2011**

# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

## Gewöhnliche Esche

*Fraxinus excelsior L.*

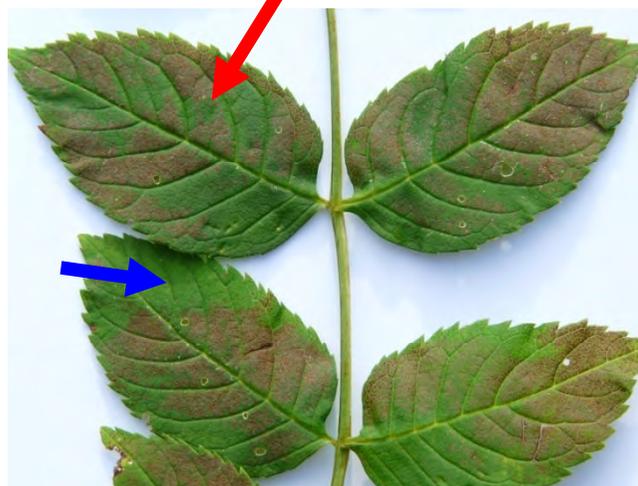
Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	1	Sandteil	-	-	+
FL	2	Unterforst	+	-	+
FL	3a	Sütigerwies	+	(+)	+
FL	3b	Guferwald	+	-	+
GL	1	2008, Feldbach, 2009, Auli	-	(+)	
GL	2a	2008, Facht	(+)		
GL	2b/2	2008, Fachtegg / 2009 Staldengarten	+		
GL	3	2008 Schlatt, 2009 Büttenen	(+)	-	
SG	1	St. Gallen Rohrschacherstr.	+	-	-
SG	2a	Stuelegg, Waldrand	+	(+)	-
SG	2b	Stuelegg, Hecke	+	-	(+)
AR	3	Farnbüel	+	+	+
ZH	1	Zürich, Botanischer Garten	+	+	-
ZH	2	Zürich, Witikon	+	-	-
ZH	3	Zürich, Fluntern	+	(+)	+

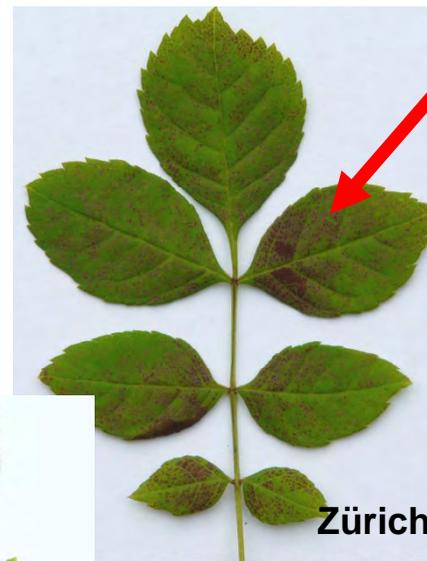
Die Esche ist guter und empfindlicher Indikator mit Verbräunung durch Ozon an sonne-exponierten Blattteilen und mit Schatteneffekt.

# Gewöhnliche Esche

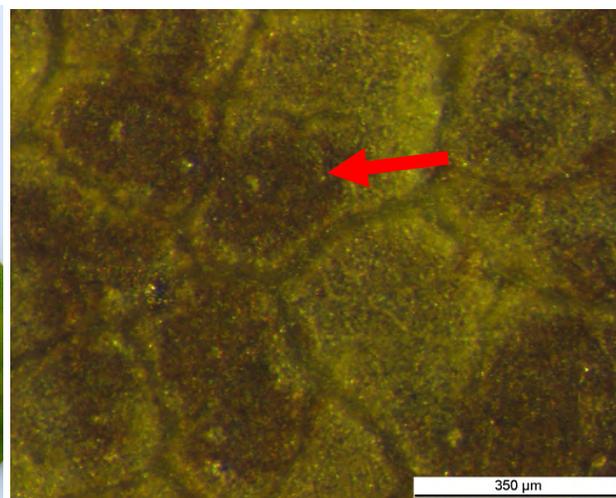
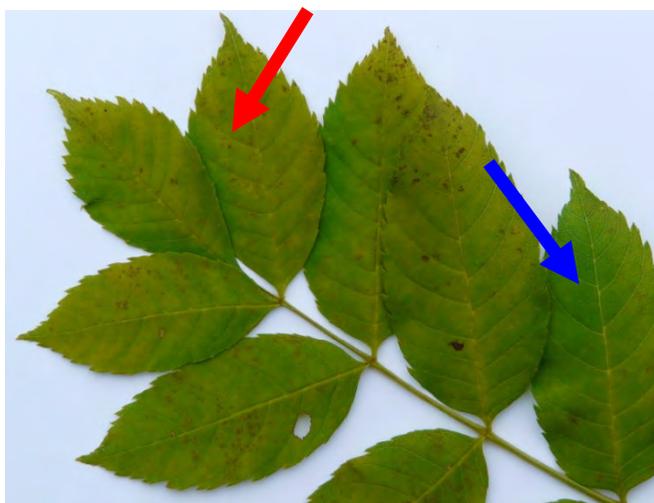
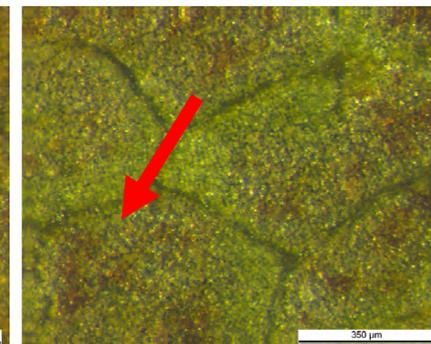
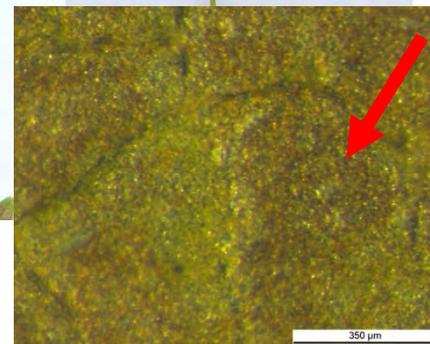
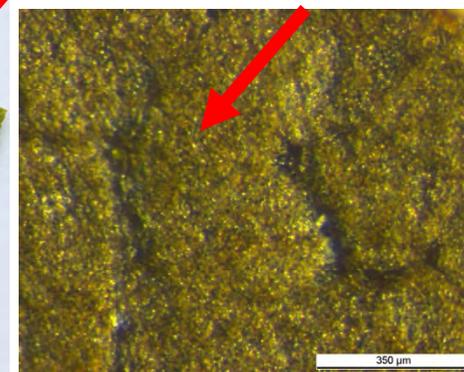
- Verbräunung durch Ozon an sonne-  
exponierten Blattteilen und mit
- Schatteneffekt.



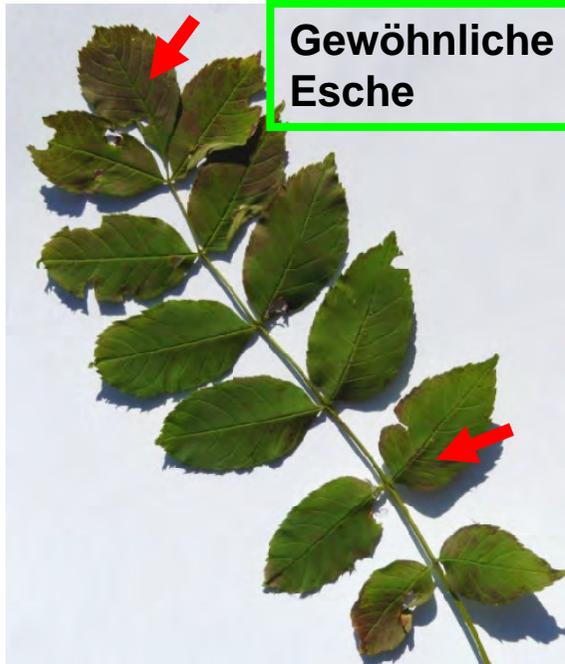
Zürich, Witikon, 2008



Zürich, Botanischer Garten, 2008

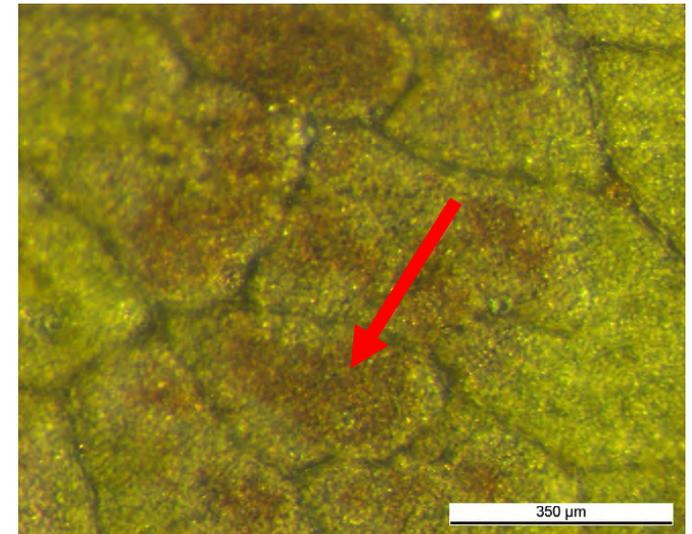
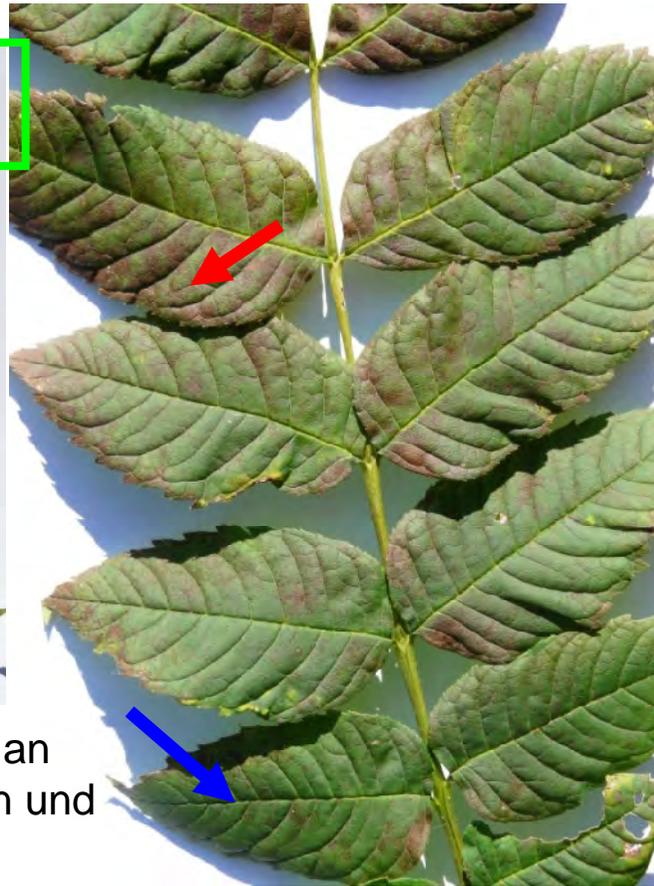


Zürich,  
Fluntern, 2008



**Gewöhnliche  
Esche**

→ Verbräunung durch Ozon an sonne-exponierten Blatteilen und mit → Schatteneffekt.

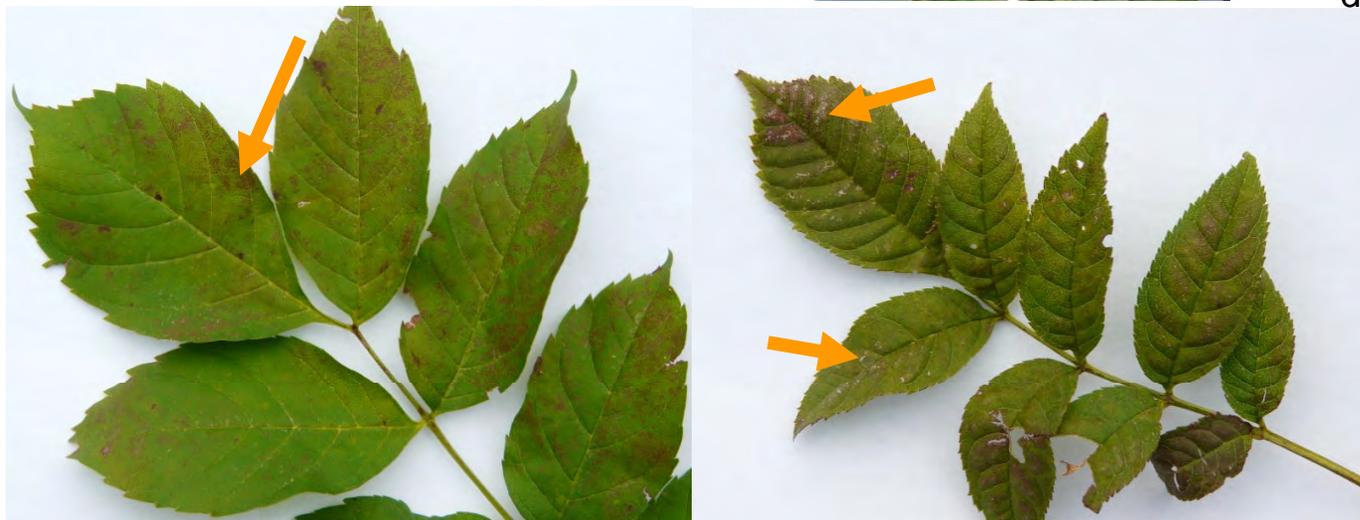


**Fachtegg, GL, 2008**

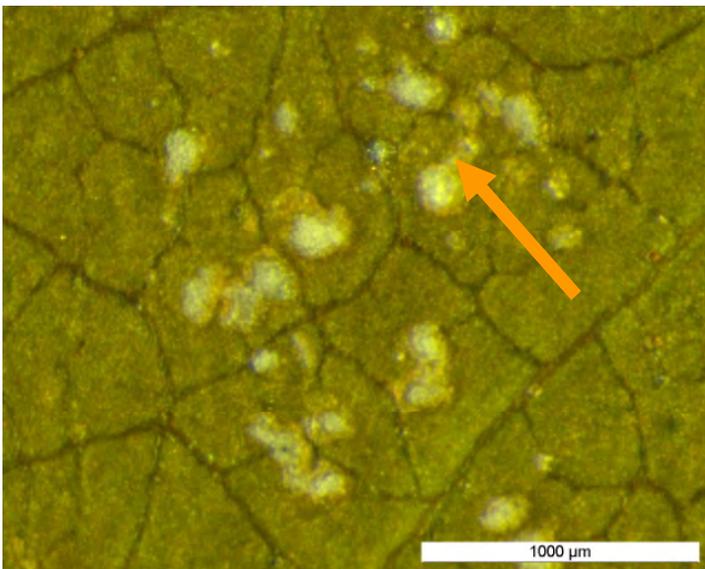
Leider hat die Esche auch eine Pilzinfektion, welche ähnliche Symptome hervorruft, welche deshalb oft mit dem Ozoneffekt verwechselt werden.

→ Pilzinfektion, welche grössere braune, innen weissliche Flecken erzeugt und so die Indikation der Wirkung von Ozon stört

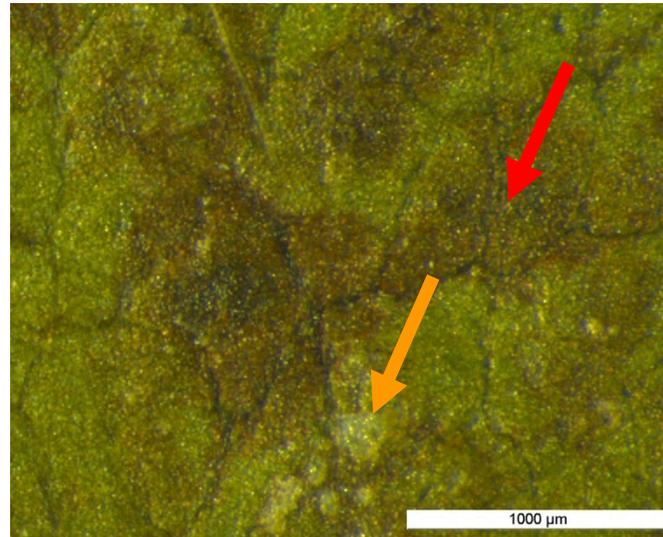
**Triesen, Sandteil, FL, 2008**



## Gewöhnliche Esche



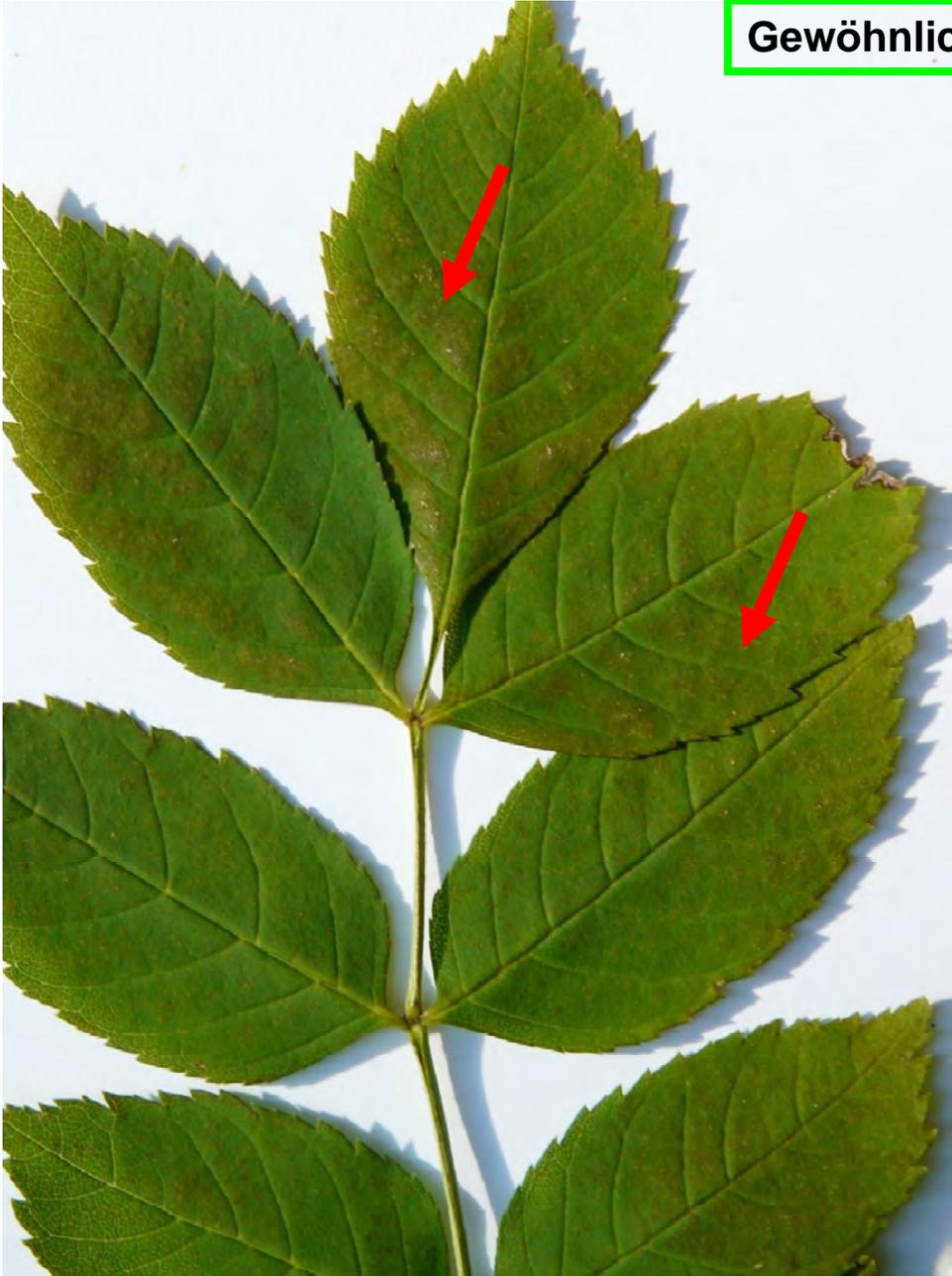
**St..Gallen,  
Rohrschacherstr., 2009**  
→ gelb-weiße Punkte  
von Pilzinfektion



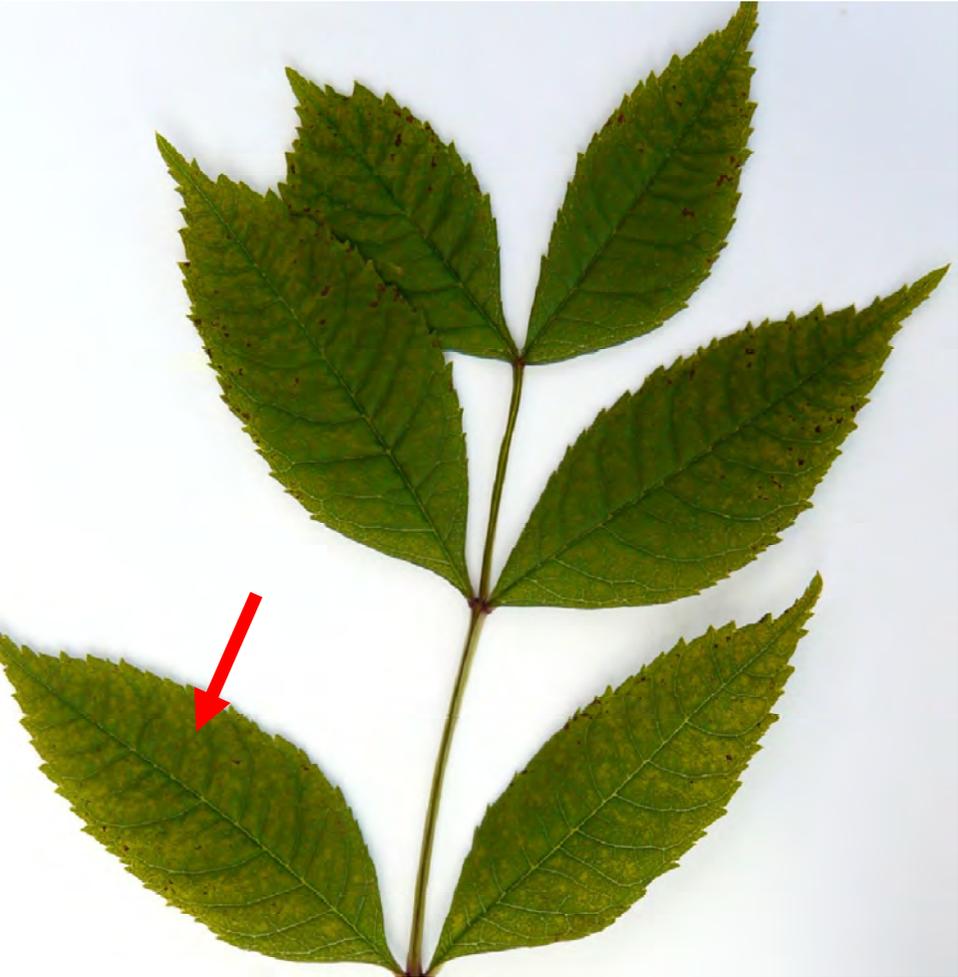
**Stuelegg, Waldrand,  
SG, 2009**

→ Verbräunung durch  
Ozon, gleichzeitig mit  
→ Pilzinfektion

**Gewöhnliche Esche**



**Zürich, Fluntern, 2011**



**AR, Farnbüel, 2011**

→ Verbräunung durch Ozon

# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

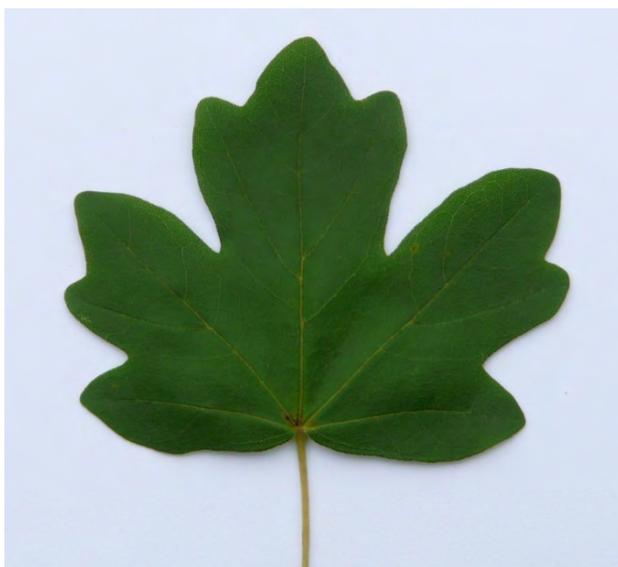
<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

## Feldahorn

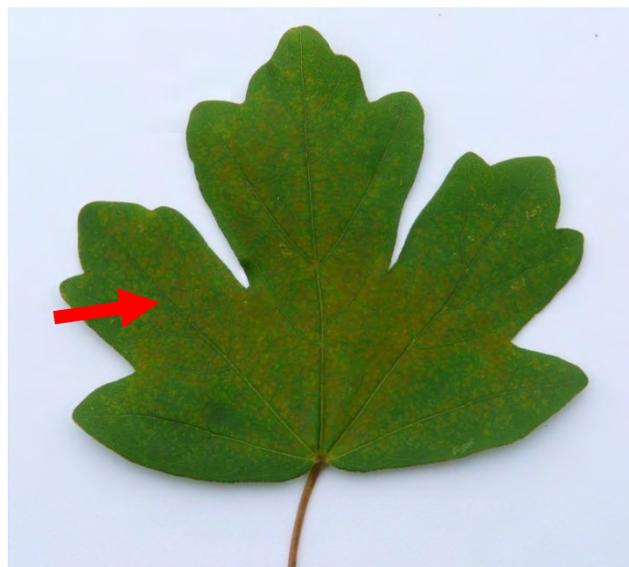
*Acer campestre* L.

### Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	2	Unterforst	-	-	-
FL	3a	Sütigerwies	+	-	-
FL	3b	Guferwald	-	-	-
GL	1	Feldbach	-		
GL	2	Staldengarten		-	
AR	3	Farnbüel			+
ZH	2	Zürich, Witikon			+
ZH	3	Zürich, Fluntern	+	-	+



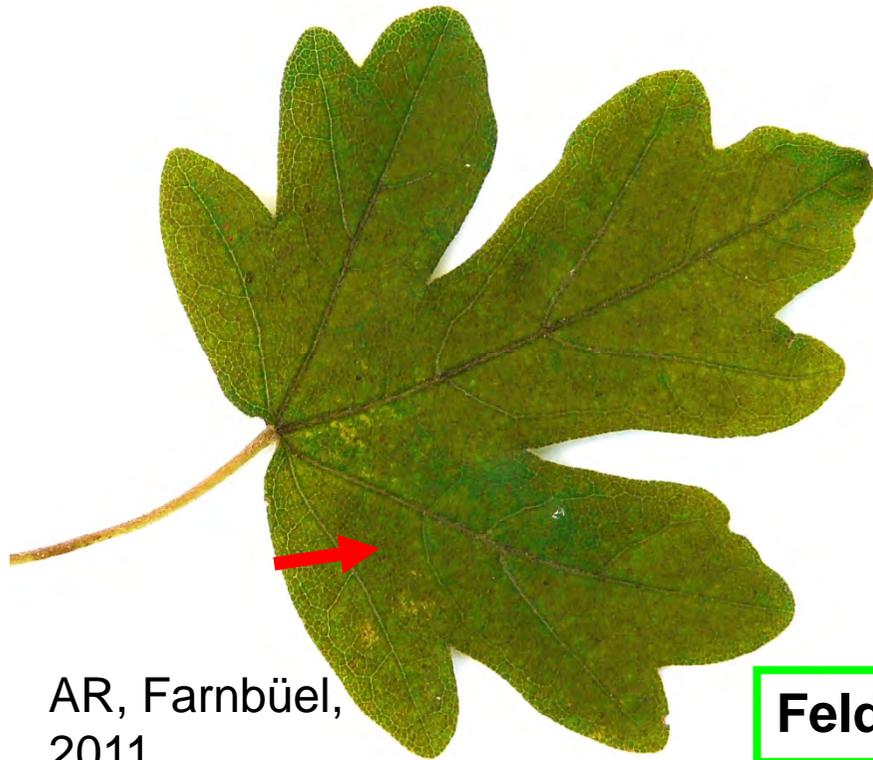
Zürich, Fluntern, 2008



→ Verbräunung durch Ozon zwischen den Blattnerven

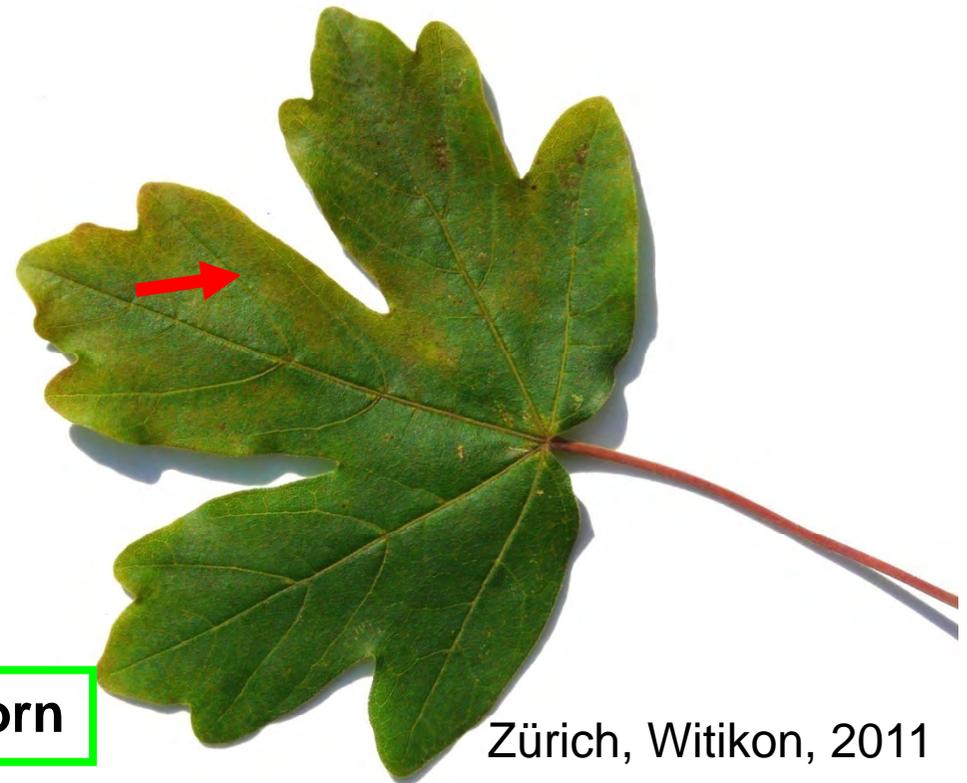


Verbräunung → auf der Blattoberfläche vergrössert

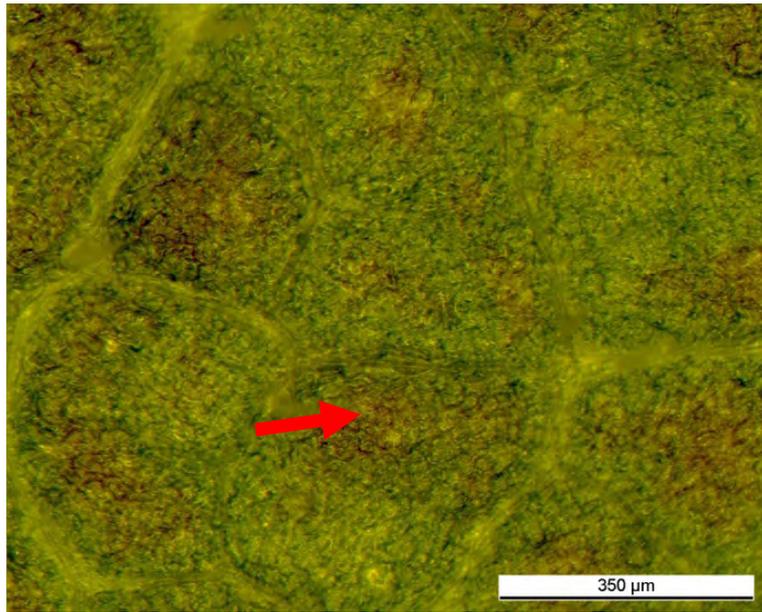


AR, Farnbüel,  
2011

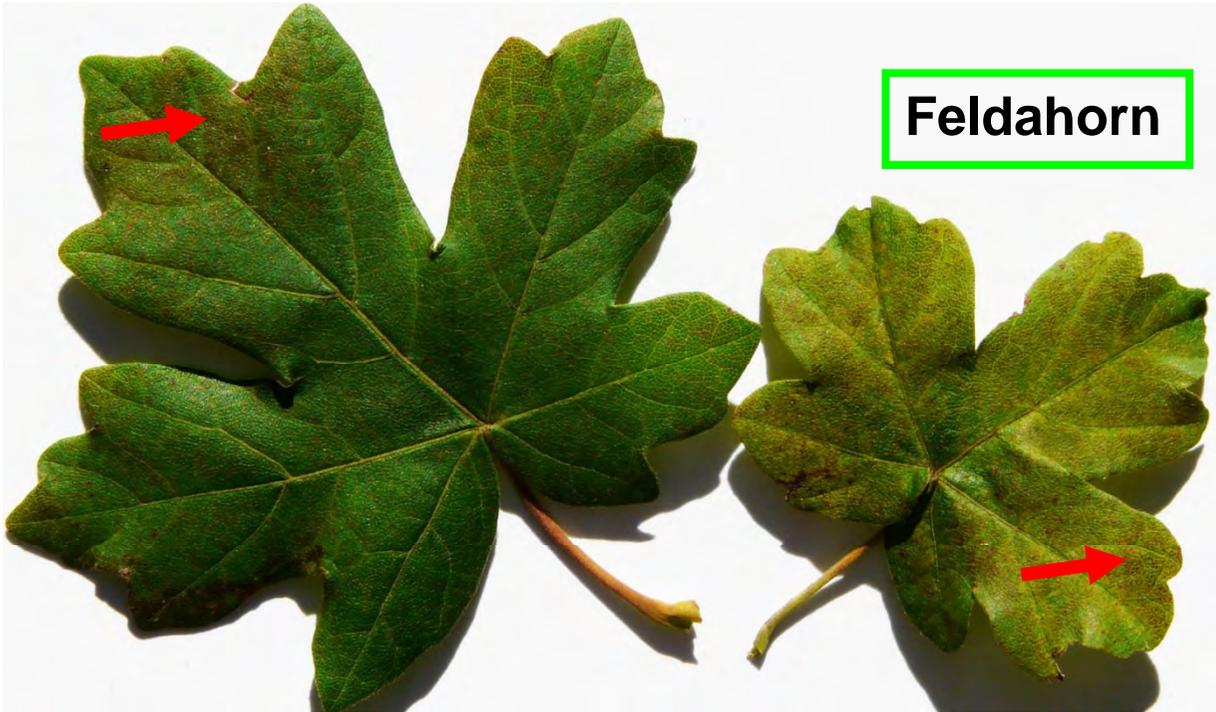
**Feldahorn**



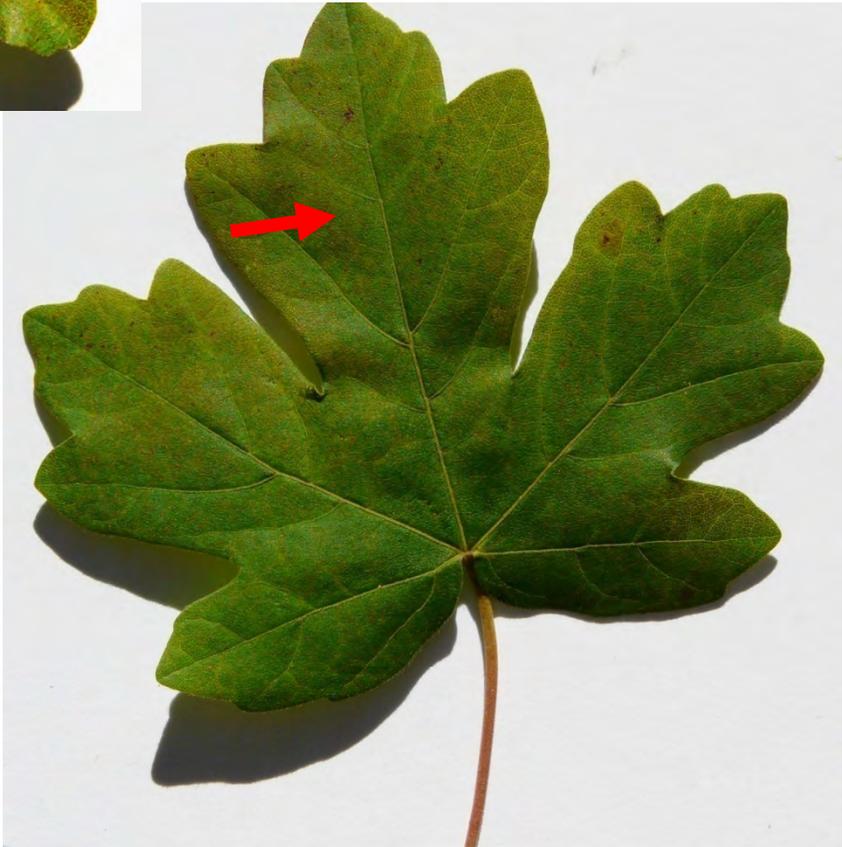
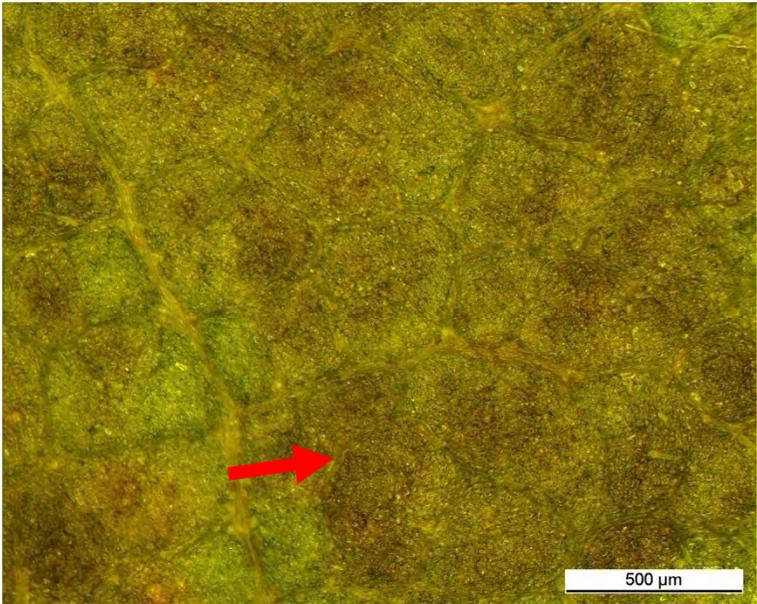
Zürich, Witikon, 2011



**Feldahorn**



Zürich, Fluntern, 2011



# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

## Flieder

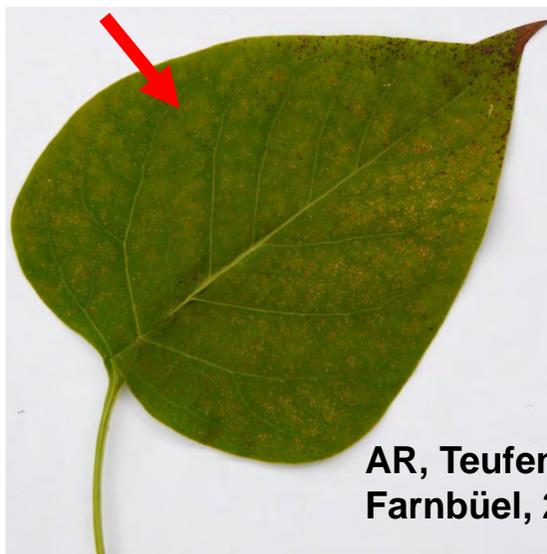
Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

*Syringa vulgaris* L.

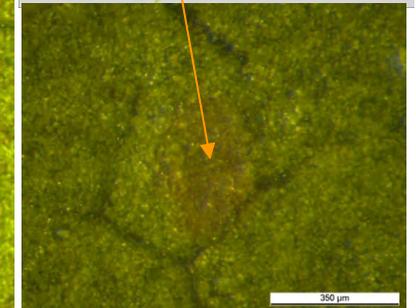
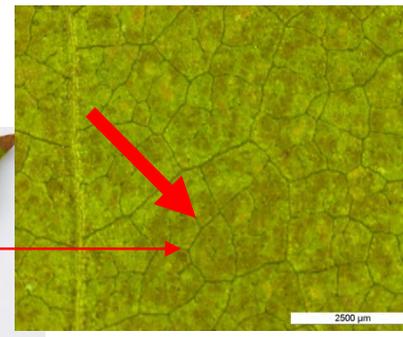
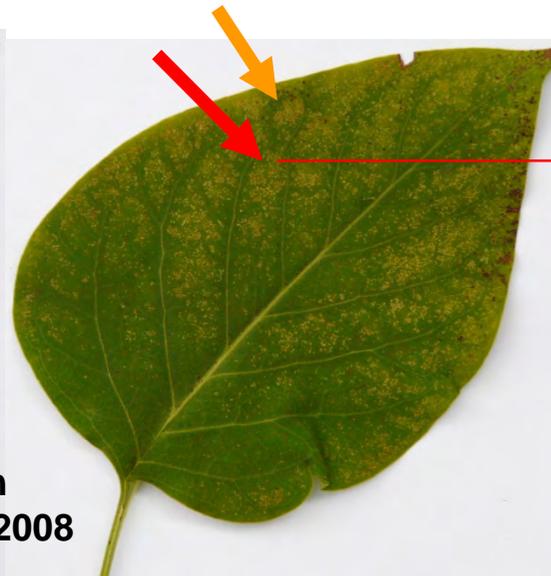
Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
SG	1	St. Gallen Rohrschacherstr.	+	-	(+)
AR	3	Farnbüel	(+)	-	-

→ Verbräunung durch Ozon  
 → Ähnliche sichtbare Symptome werden durch eine Pilzinfektion hervorgerufen. Diese Symptome sind vergrössert bei Ozon diffuser, bei Pilzinfektion begrenzt, aber immer noch schwierig zu unterscheiden.

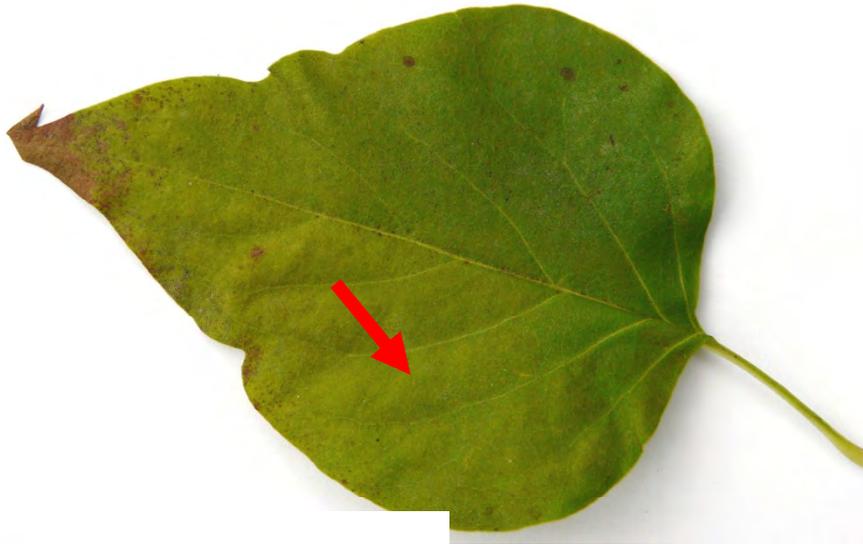
AR, Teufen  
 Farnbüel, 2009,  
 Bilder ganz  
 rechtes



AR, Teufen  
 Farnbüel, 2008

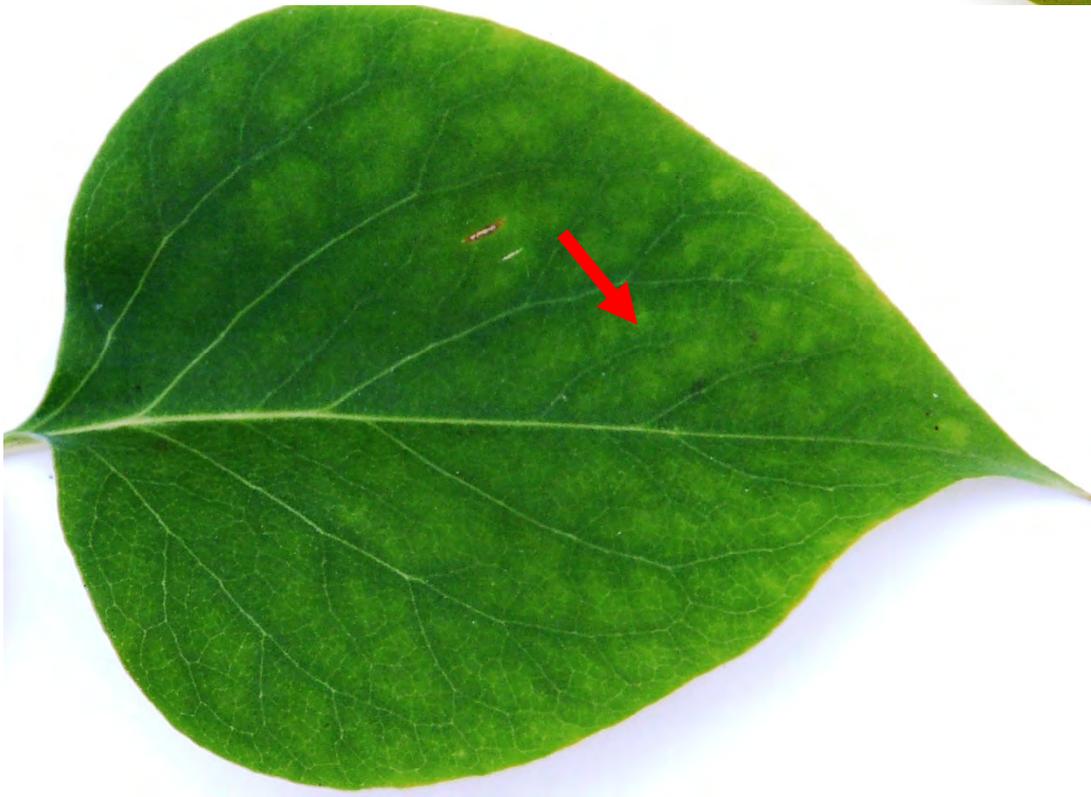


**Flieder**



**St. Gallen,  
Rohrschacherstr., 2008**

→ Vergilbung, im  
fortgeschrittenen Stadium  
(2008) Verbräunung durch  
Ozon



**SG, Rohrschacherstr. 2011**

# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

## Gemeiner Schneeball

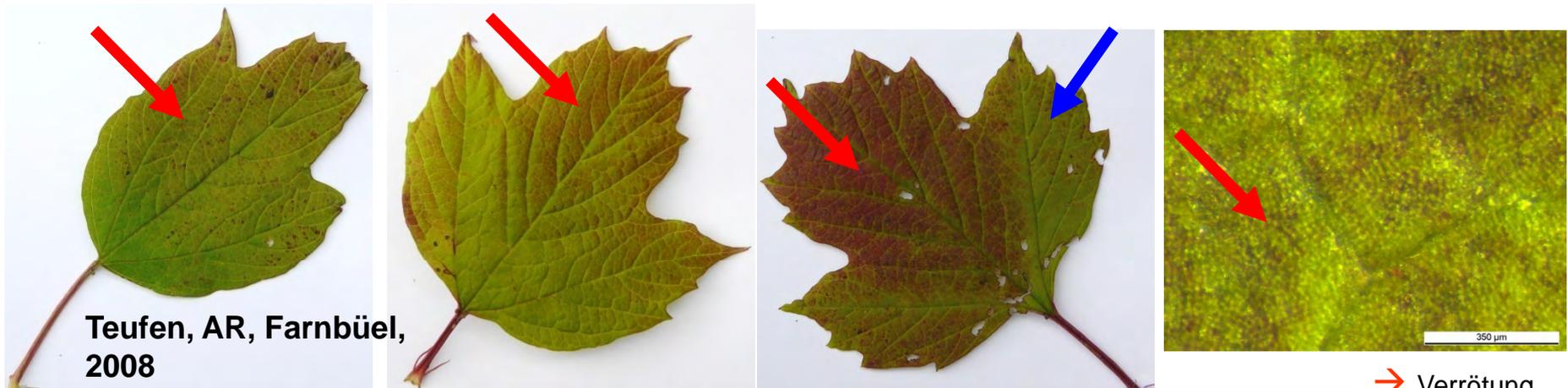
*Viburnum opulus L.*

**Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -**

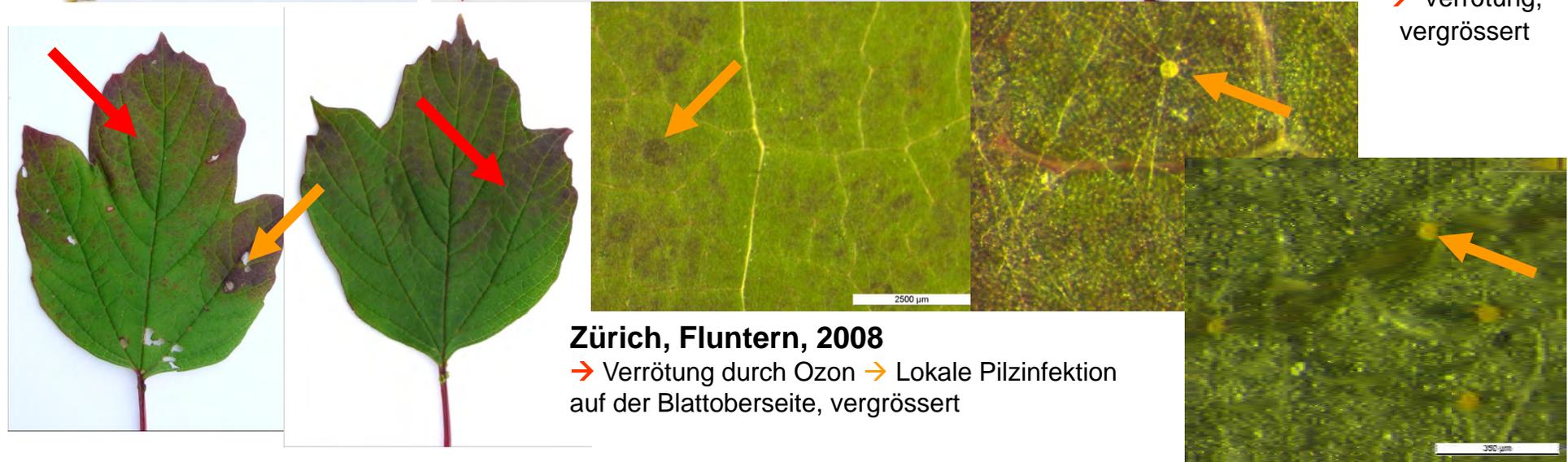
Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	1	Sandteil	-	-	
FL	3b	Guferwald			(+)
GL	1	2009, Auli		-	
AR	3	Farnbüel	+	+	+
SG	2a	Stuelegg, Waldrand	+	-	+
SG	2b	Stuelegg, Hecke	(+)	-	(+)
ZH	3	Zürich, Fluntern	(+)	-	(+)

# Gemeiner Schneeball

Die Vergilbung ist am Farnbüel, 2008, durch eine verfrühte Herbstverfärbung verursacht, zusätzlich zur  
→ Verrötung durch Ozon mit → Schatteneffekt und → lokalen Pilzinfektionen



Teufen, AR, Farnbüel,  
2008



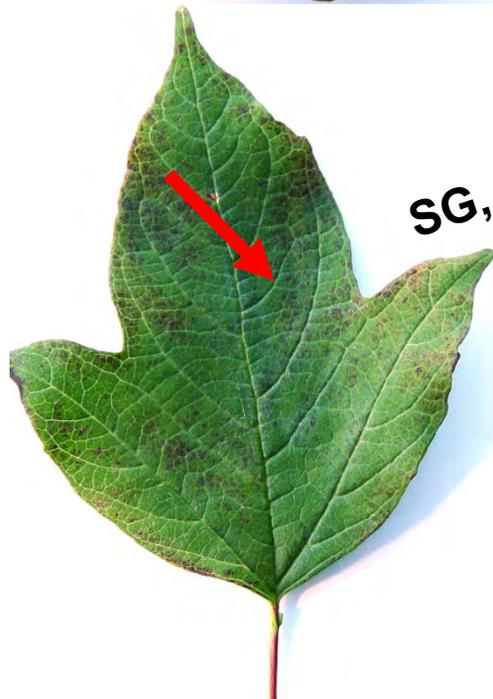
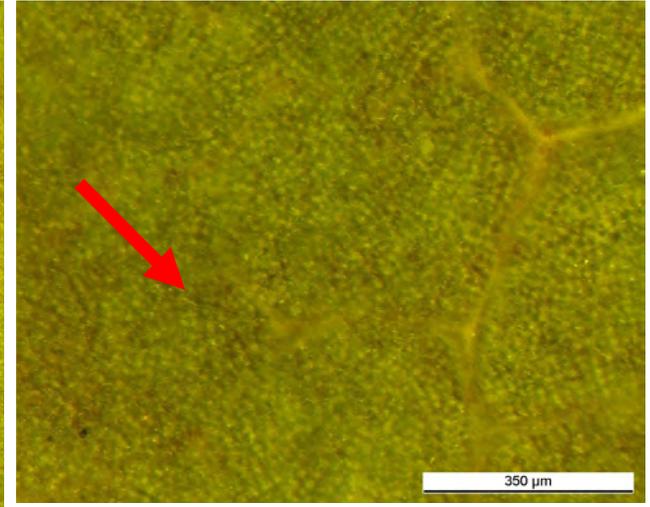
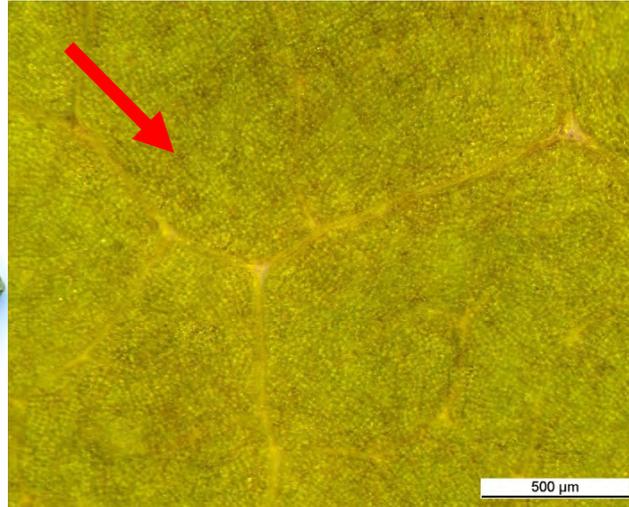
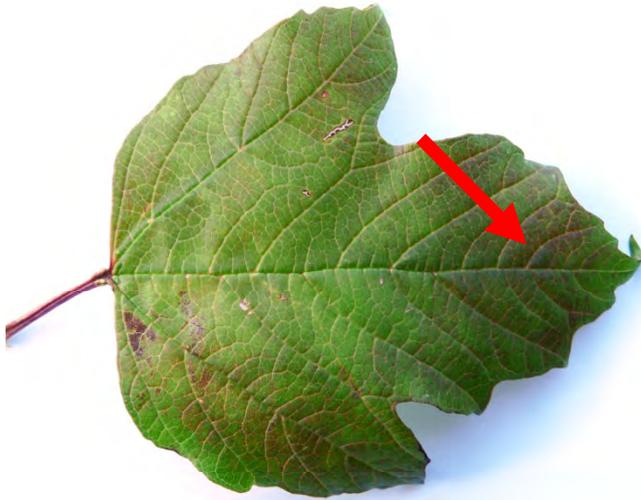
Zürich, Fluntern, 2008

→ Verrötung durch Ozon → Lokale Pilzinfektion  
auf der Blattoberseite, vergrössert

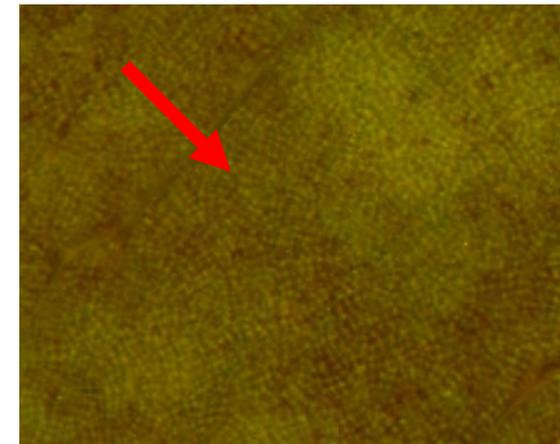
→ Verrötung,  
vergrössert

## Gemeiner Schneeball

→ Verrötung durch Ozon, zunehmende Verrötung in der Vergrößerung



SG, Stuelegg, Waldrand, 2011



Zürich, Fluntern, 2011

© Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

**Hagebuche**

*Carpinus betulus* L.

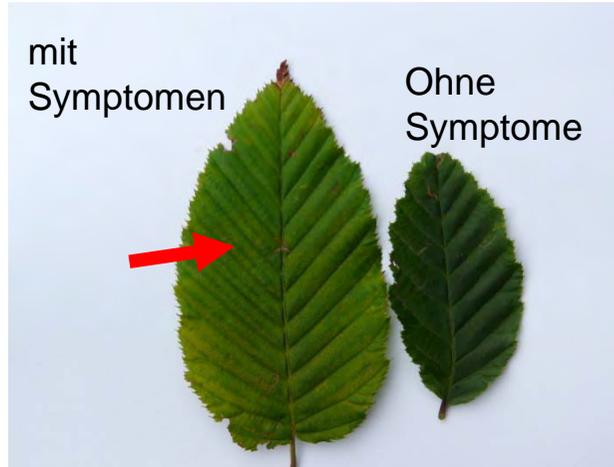
Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
SG	1	St. Gallen Rohrschacherstr.	(+)	-	+
SG	2a	Stuelegg, Waldrand	-	(+)	+
SG	2b	Stuelegg, Hecke	+	-	+
ZH	2	Zürich, Witikon	+	-	+
ZH	3	Zürich, Fluntern	+	-	+



Zürich, Fluntern, 2008

→ Verbräunung zwischen den Blattnerven durch Ozon



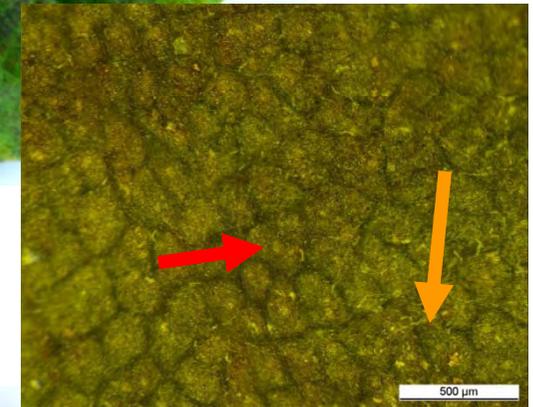
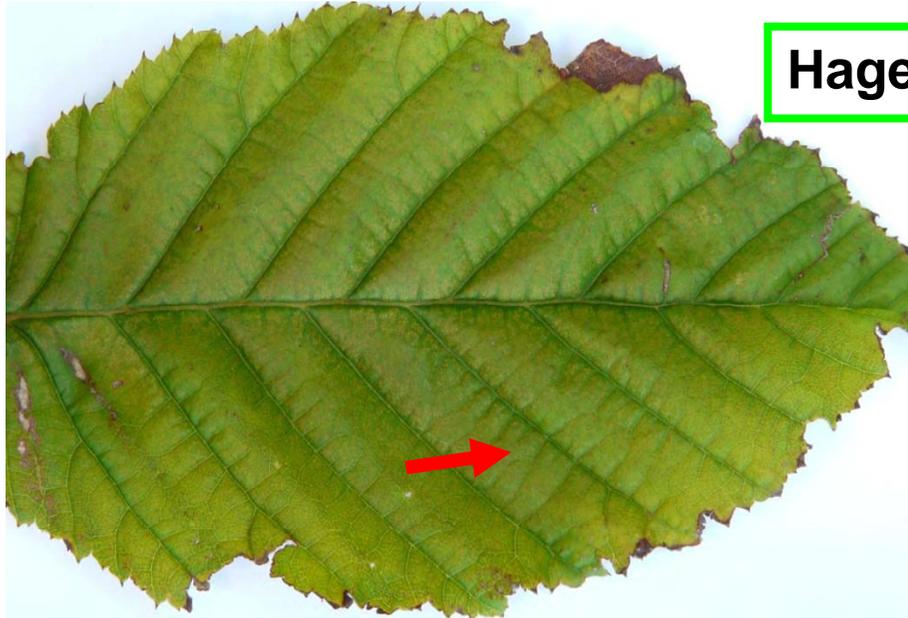
St. Gallen, Rohrschacherstr., 2008



→ Vergilbung durch Ozon auf der Blattoberfläche, vergrössert, → Pilzinfektion

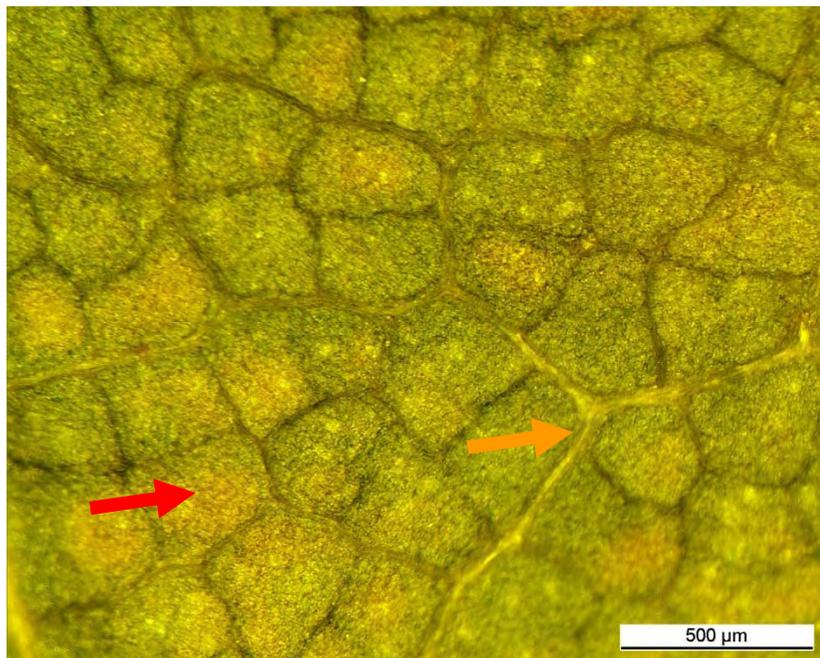
# Hagebuche

SG, Stuelegg, Waldrand, 2011



SG, Stuelegg, Hecke, 2011

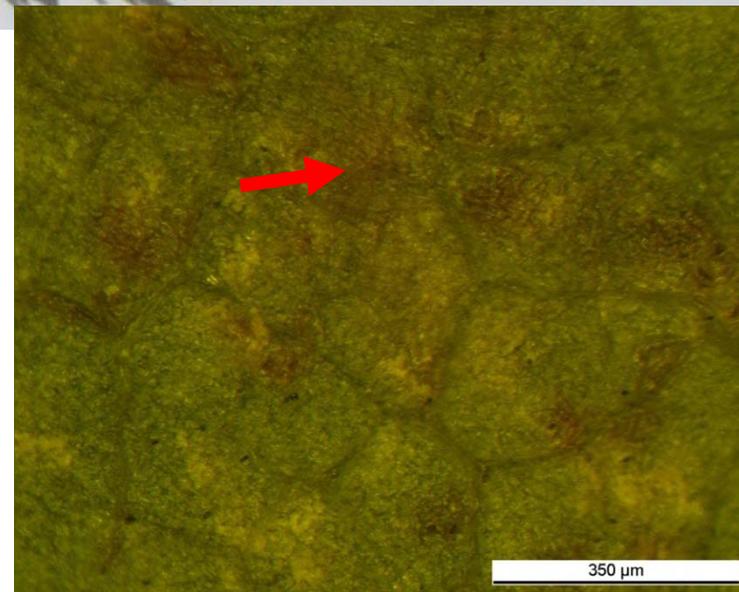
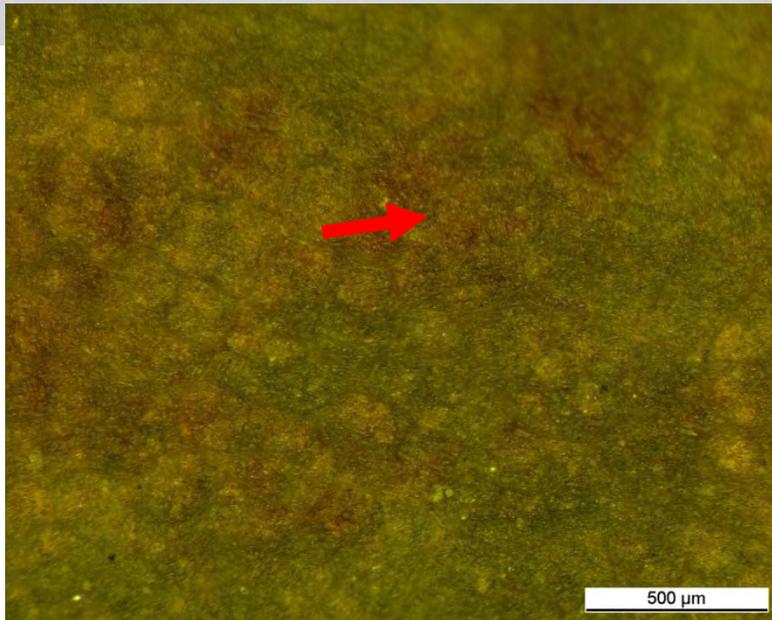
→ Vergilbung/Verbräunung durch Ozon, → Einzelne Pilzhyphen sind immer auch vorhanden



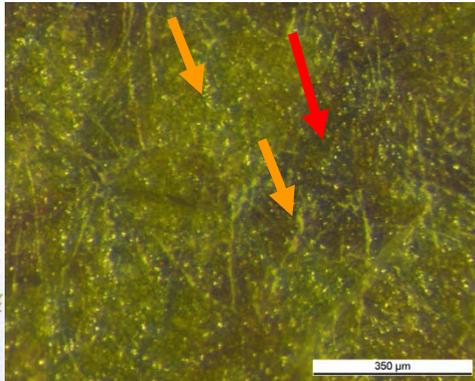
# Hagebuche

Zürich, Witikon, 2011

→ Vergilbung/Verbräunung durch Ozon



# Ozon und Pilzinfektionen



→ Dieselben Pilzhyphen sind auf Blattoberflächen mit und ohne Ozonsymptome sichtbar.

**Zürich, Witikon, 2008**

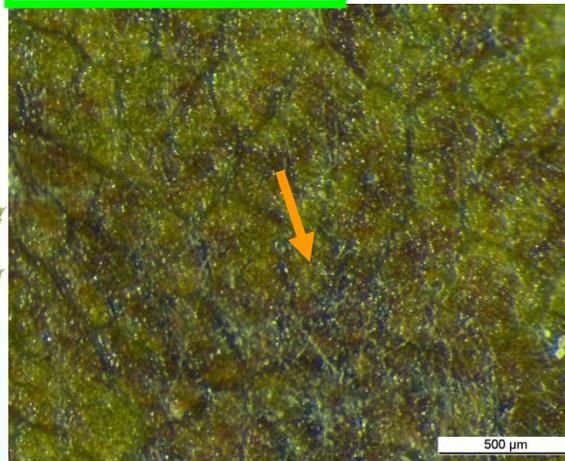
Pilzinfektionen, insbesondere Mehltau, sind auf Blättern der Hagebuche häufig. Sie verschleiern die Ozonsymptome.



Ohne sichtbare Hyphen, aber mit → Pilzinfektions-punkt, diffuse Verbräunung könnte von Ozon sein

**SG, St. Georgen, Stuelegg, Waldrand, 2009**

## Hagebuche



Solche klar begrenzte, nicht diffuse → braune Flecken assoziiert mit Pilz-Hyphen sind eindeutig nicht von Ozon

**Zürich, Fluntern, 2009**

© Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

## Hartriegel

*Cornus sanguinea* L.

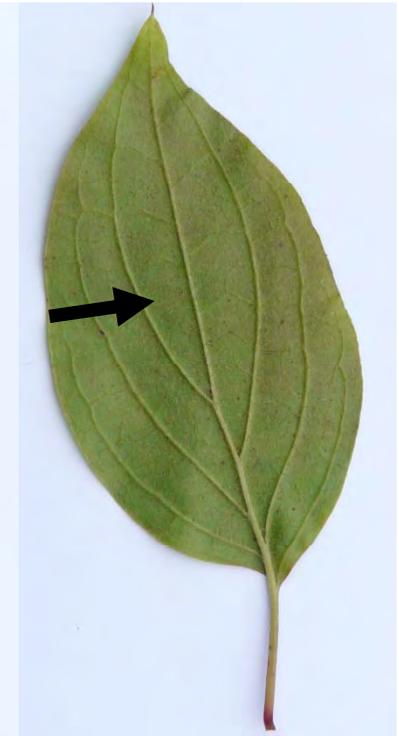
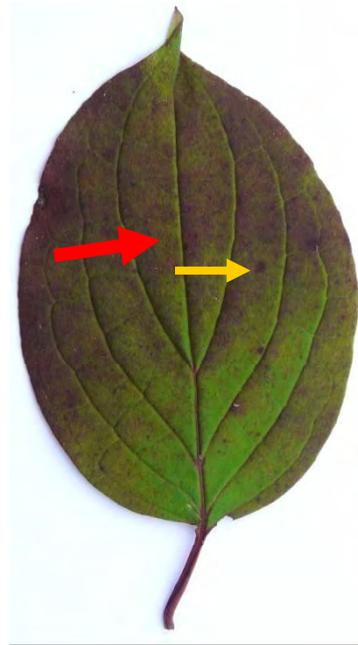
**Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -**

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	1	Sandteil	(+)	-	+
FL	2	Unterforst	-	-	+
FL	3a	Sütigerwies	(+)	(+)	+
FL	3b	Guferwald			+
GL	1	2008, Feldbach / 2009 Auli	-	-	
GL	2b/2	2008, Fachtegg / 2009 Staldengarten	-	-	
GL	3	2008 Schlatt, 2009 Büttenen	-	-	
SG	1	St. Gallen Rohrschacherstr.	-	-	+
SG	2a	Stuelegg, Waldrand	(+)	-	-
SG	2b	Stuelegg, Hecke	+	-	(+)
ZH	2	Zürich, Witikon	-	-	-
ZH	3	Zürich, Fluntern	-	-	+

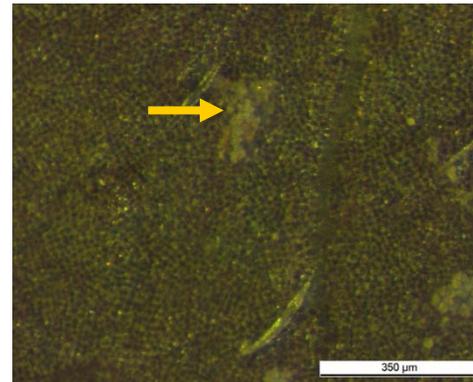
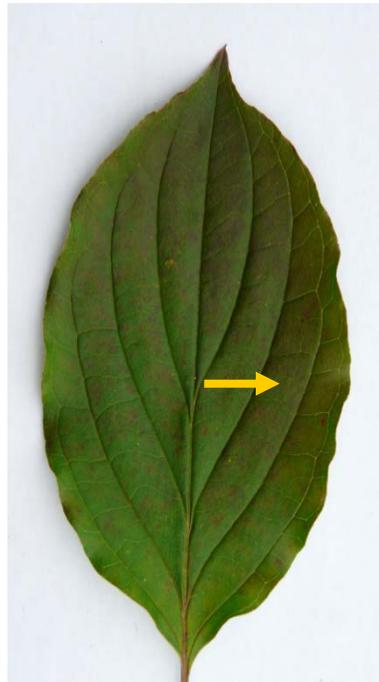
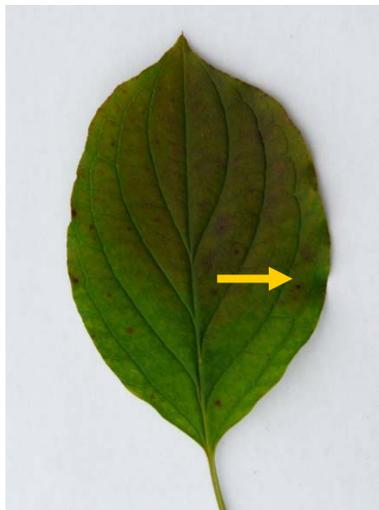
Hartriegel kommt häufig vor, zeigt aber Verrötung nicht nur durch Ozon, sondern auch bei Pilzinfektionen und mit dem Blattalter. Ohne Mikroskopie sind die Symptome oft nicht zuzuordnen.

## Hartriegel

Obwohl die fleckenartige  
→ Verrötung typisch für  
Ozon an älteren und  
sonne-exponierten  
Blättern verstärk war  
(ohne → Symptome auf  
der Blattunterseite), war  
sie 2008 & 2009 bei den  
meisten Proben unsicher,  
da sie von den  
Pilzinfektionen  
nicht sicher getrennt  
auftrat.



Zürich, Witikon, 2008

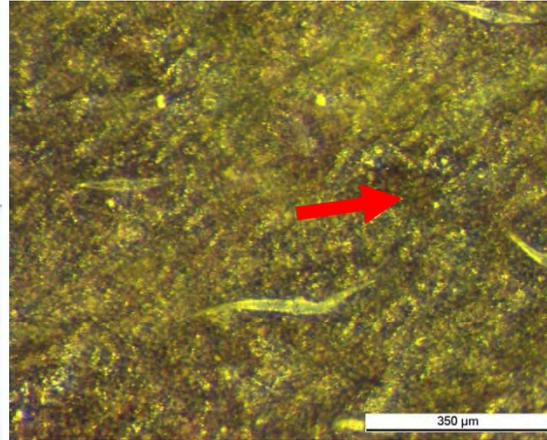
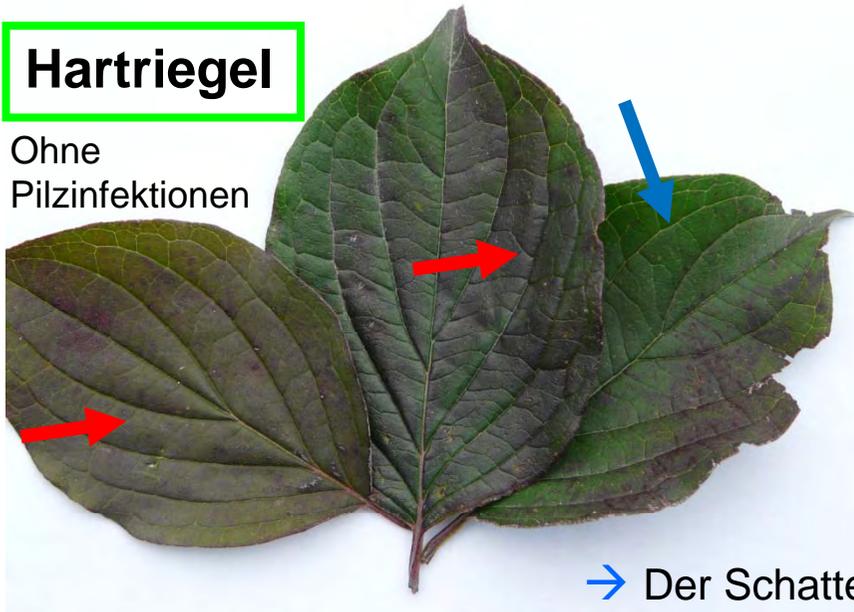


Blattoberfläche vergrößert,  
→ Pilzinfektion, welche  
an allen verröteten Blatteilen  
vorhanden war.

FL, Triesen, Unterforst, 2008

# Hartriegel

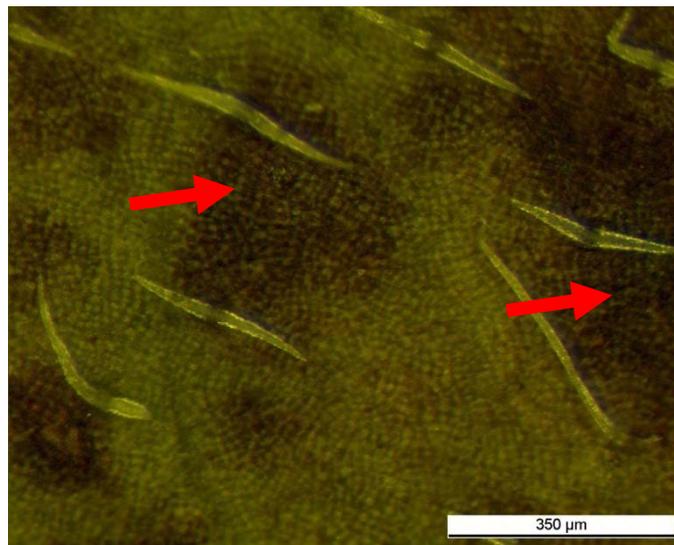
Ohne  
Pilzinfektionen



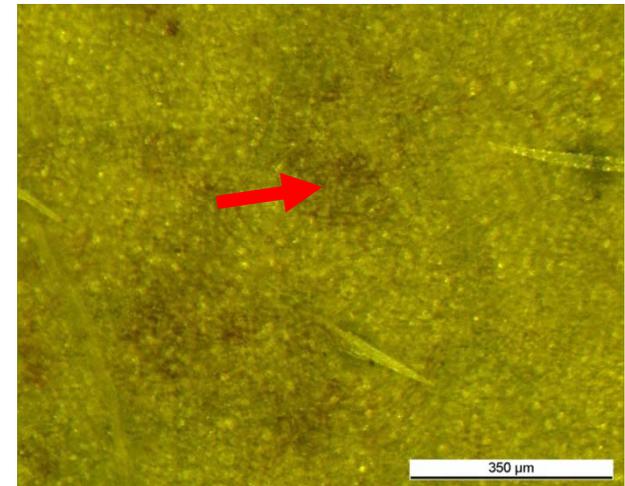
Blattoberfläche  
vergrössert, →  
abiotische  
Verrötung durch  
Ozon

→ Der Schatteneffekt (fehlende Verbräunung  
auf beschatteten Blatteilen) ist typisch für Ozon

FL, Triesen, Sandteil, 2008

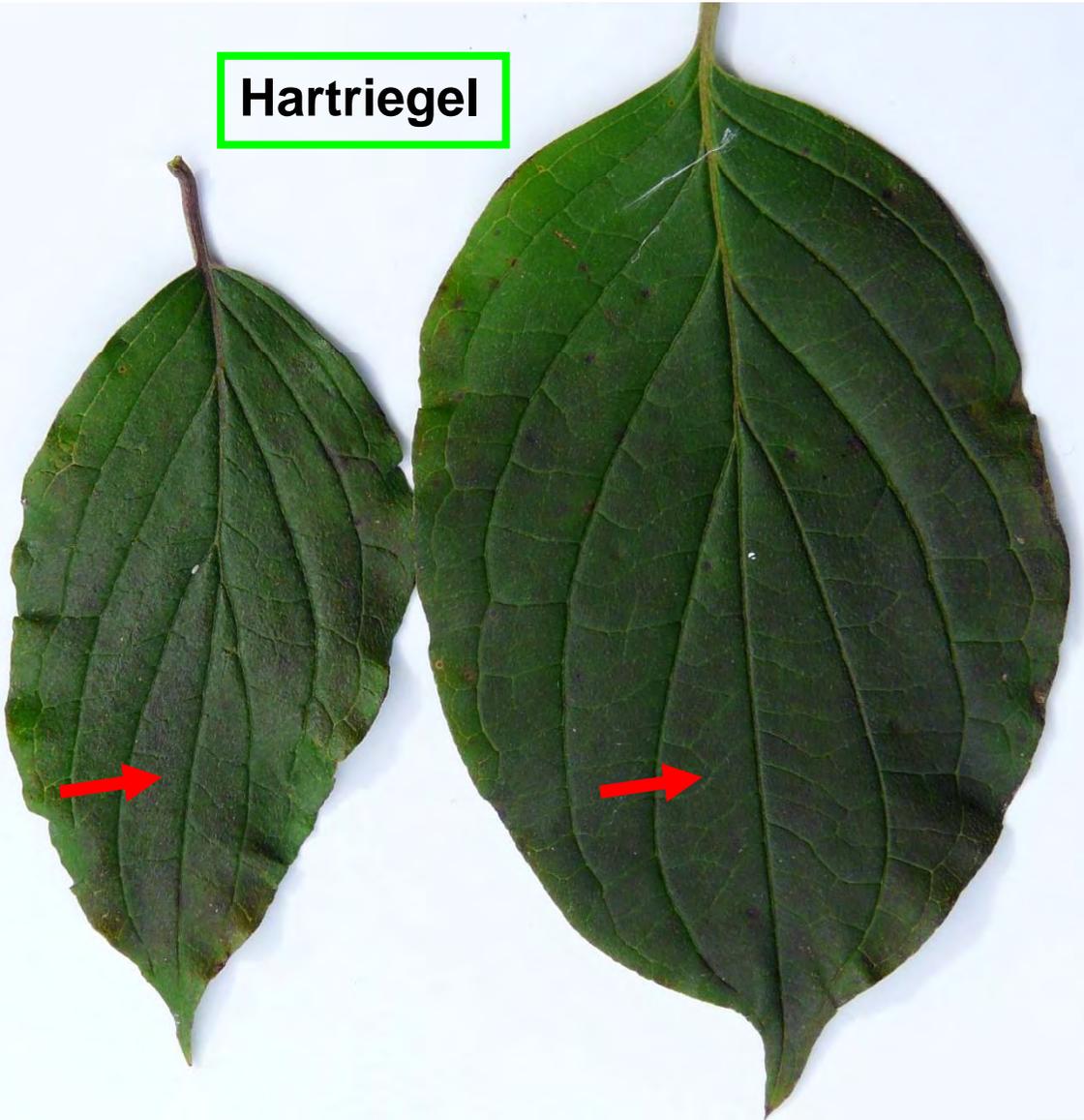


SG, St. Gallen, Rohrschacherstr. 2011



Zürich, Fluntern 2011

**Hartriegel**



**FL, Unterforst, 2011**



**SG, Stuelegg, Hecke, 2011,**  
→diffuse abiotische Verrötung  
→ohne Pilzinfektionen



## © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

### Haselstrauch

*Corylus avellana* L.

Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

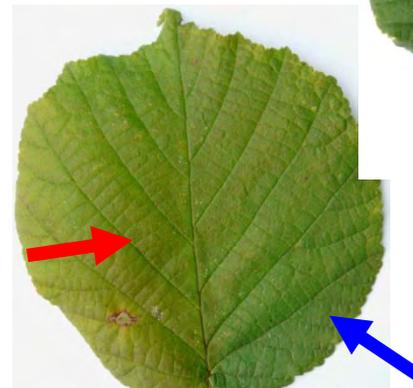
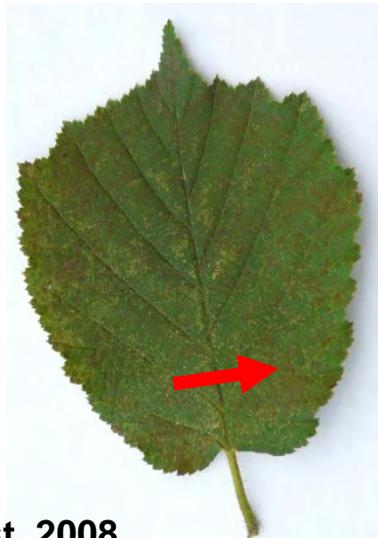
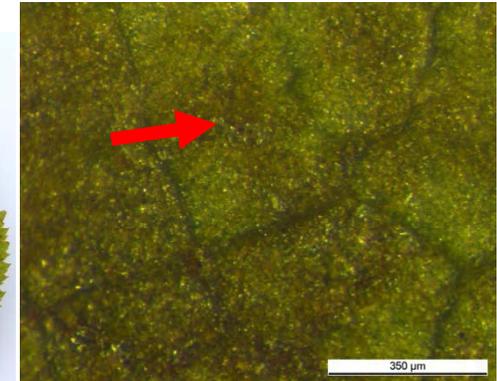
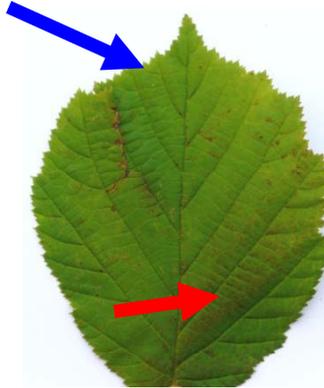
Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	1	Sandteil			+
FL	2	Unterforst	+	(+)	+
FL	3a	Sütigerwies	-	(+)	+
FL	3b	Guferwald	+	(+)	+
GL	1	2008, Feldbach / 2009 Auli	-	-	
GL	2b/2	2008, Fachtegg / 2009 Staldengarten	-	(+)	
GL	3	2008 Schlatt, 2009 Büttenen	(+)	+	
SG	1	St. Gallen Rohrschacherstr.	(+)	(+)	(+)
SG	2a	Stuelegg, Waldrand	(+)	-	-
SG	2b	Stuelegg, Hecke	+	-	-
ZH	2	Zürich, Witikon	-	-	-
ZH	3	Zürich, Fluntern	+	-	-

Der Haselstrauch ist ein guter Indikator mit → Verbräunung durch Ozon  
und mit → Schatteneffekt (fehlende Verbräunung auf beschatteten Blatteilen)

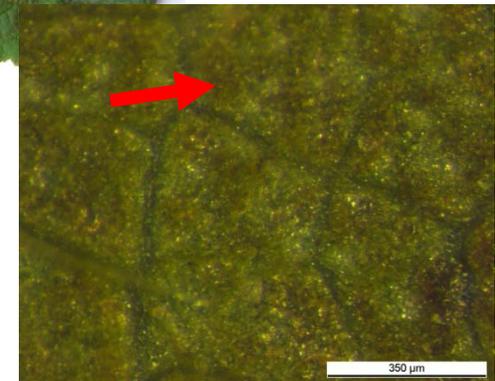
# Haselstrauch

→ Verbräunung durch Ozon  
Und → Schatteneffekt  
(fehlende Verbräunung auf  
beschatteten Blatteilen)

Zürich, Fluntern, 2008



Blattoberfläche  
vergrößert:  
diffuse  
Verbräunung

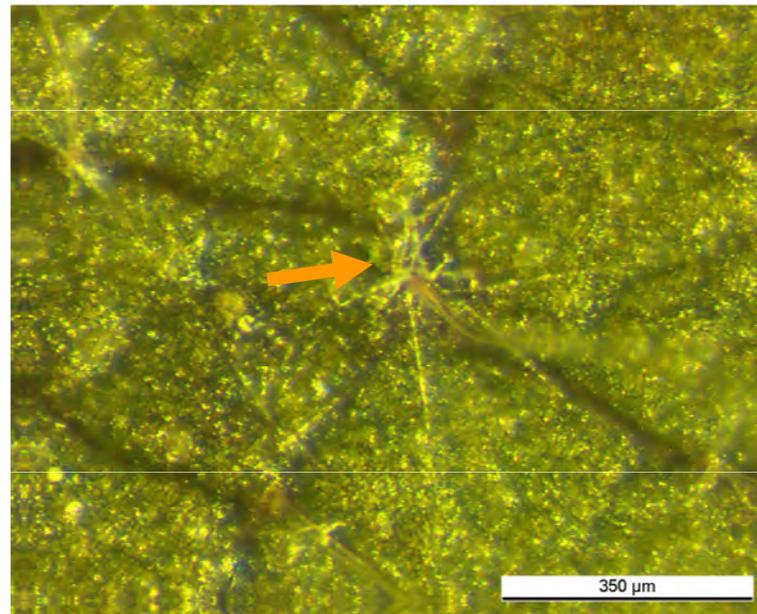
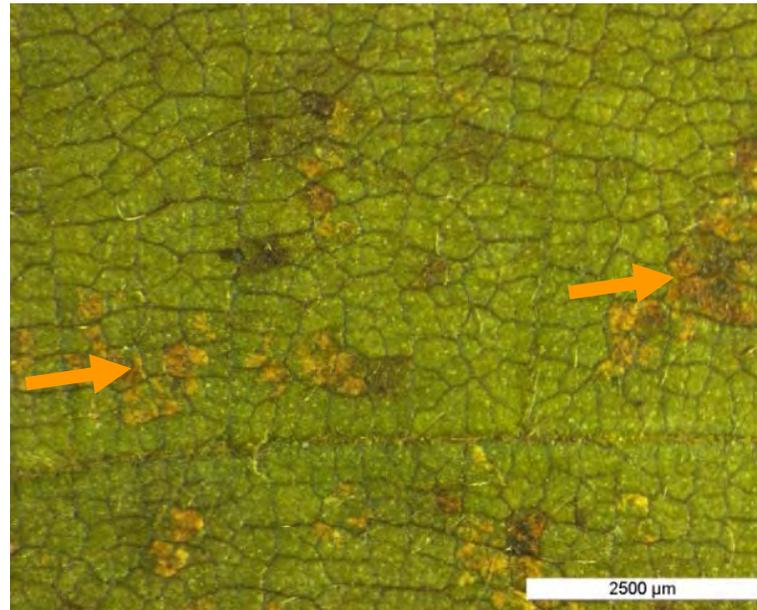


FL, Triesen, Unterforst, 2008

# Haselstrauch



Blattoberfläche  
vergrössert →  
Pilzinfektionen  
erzeugen grössere  
braune Flecken

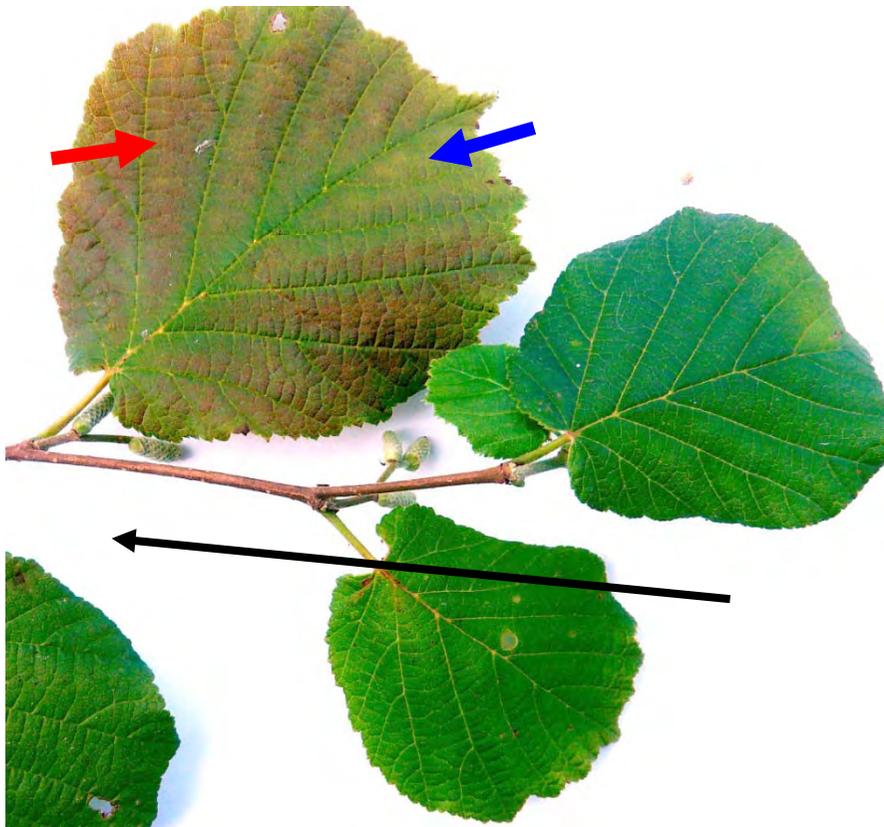


Mollis, GL, Fachtegg, 2008

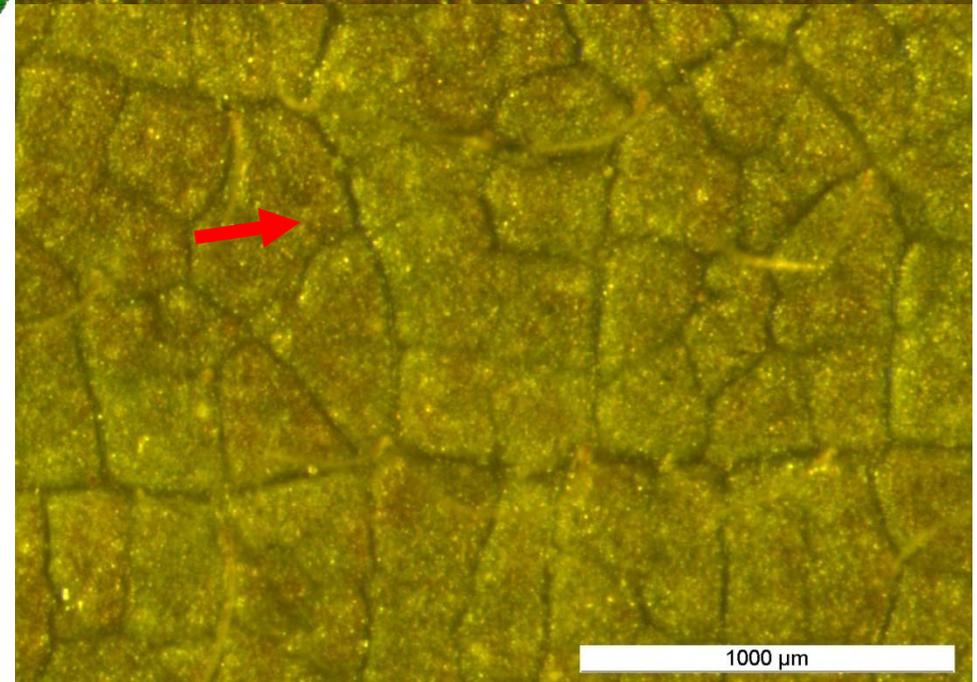
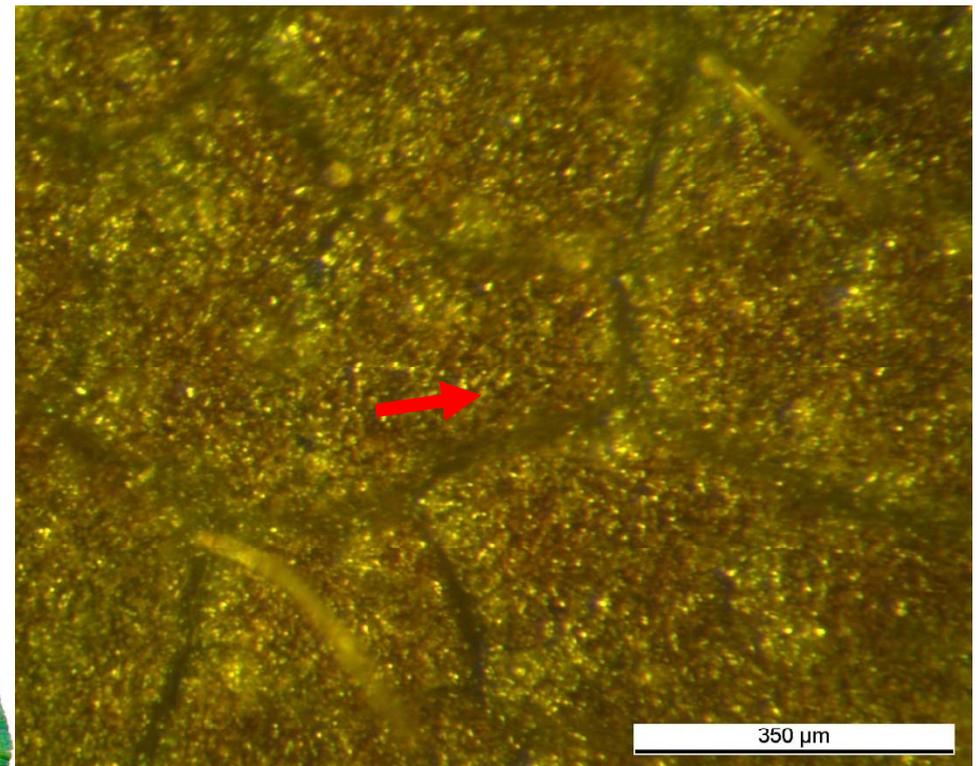
Hier sind  
Pilzinfektionen  
dominant

# Haselstrauch

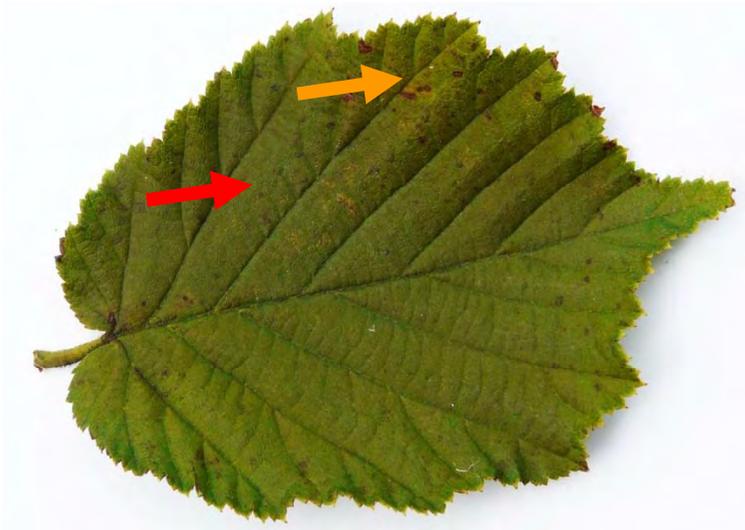
FL, Triesen, Unterforst, 2009



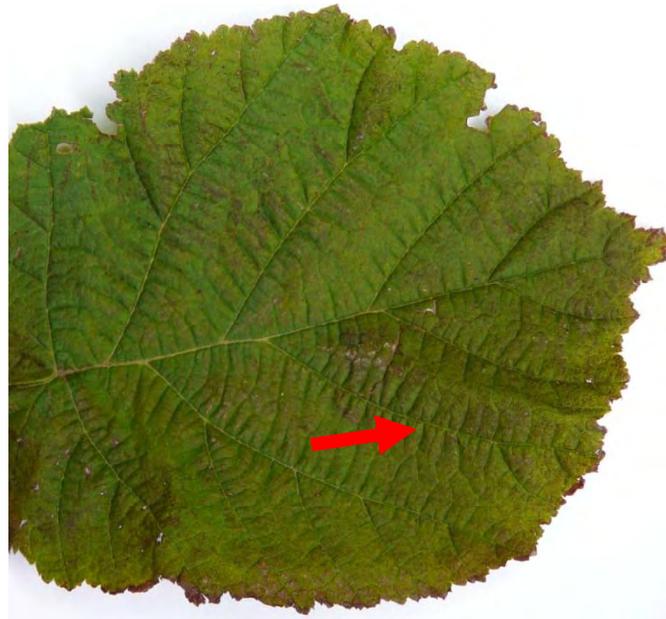
- Verbräunung durch Ozon
- Schatteneffekt → Gradient am Zweig. Rechts: Mikroskopische Vergrößerung der Verbräunung



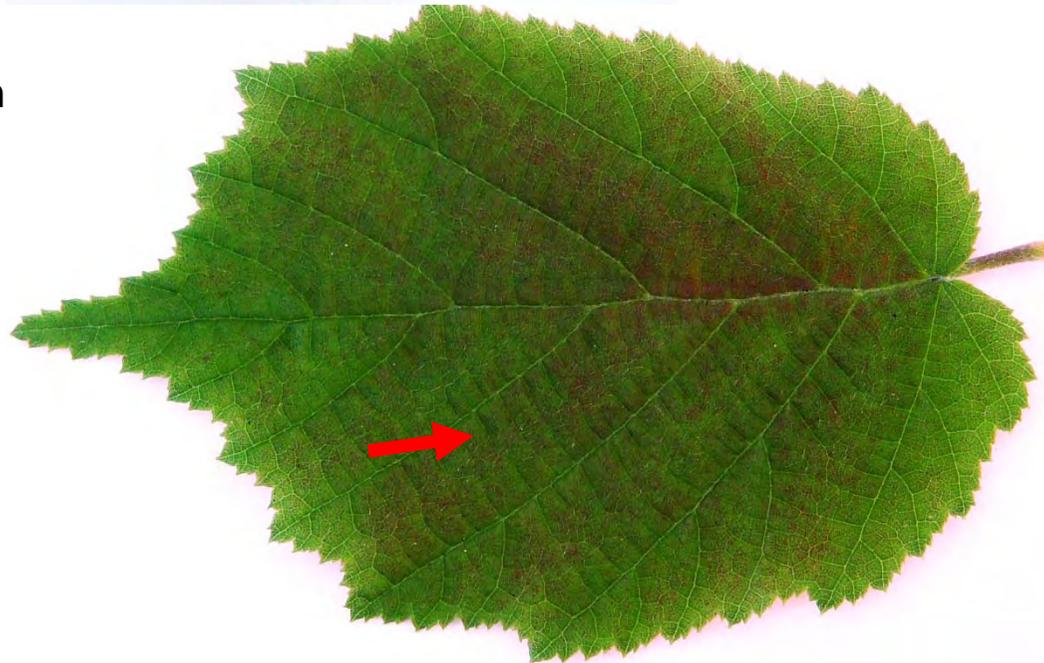
## Haselstrauch



FL, Triesen, Unterforst, 2011, → Ozon  
und → Pilzinfektion



SG, Stuelegg,  
Hecke, 2011



SG, St. Gallen, Rohrschacherstr., 2011

# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

## Holz-Apfelbaum

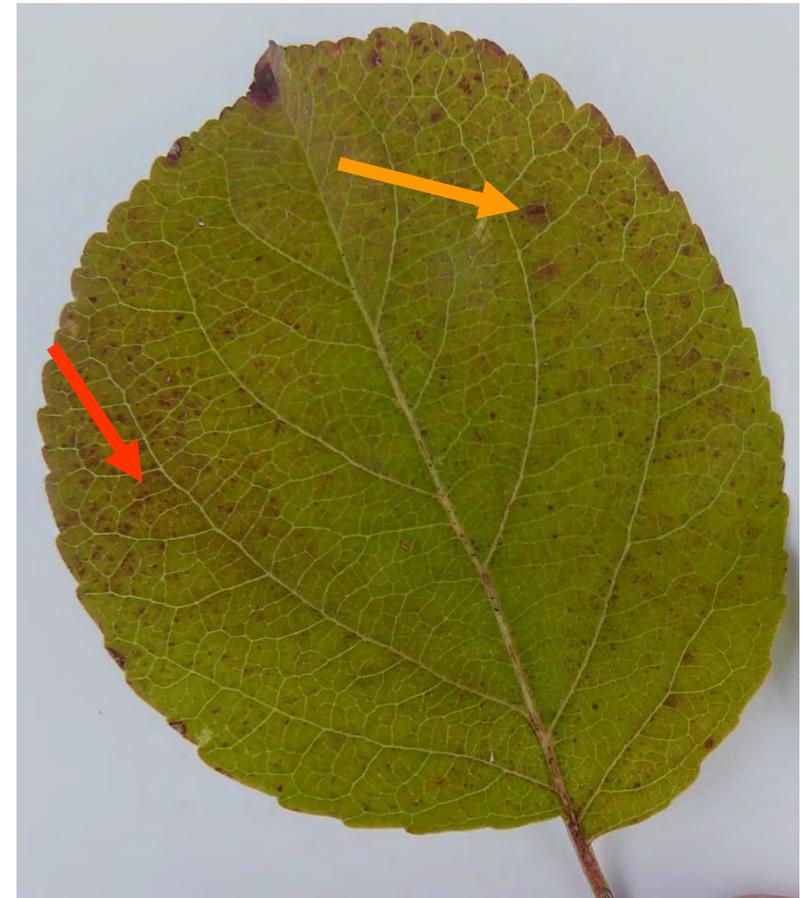
*Malus sylvestris* Miller

			Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -		
Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	3b	Guferwald	-	-	
GL	1	2009, Auli		(+)	
ZH	1	Zürich, Botanischer Garten	-	(+)	+

→ Verrötung/Verbräunung durch Ozon an sonne-exponierten Blattteilen, mit typischen roten Punkten in der Vergrösserung.

→ Pilzinfektion, welche grössere klar begrenzte rote Punkte bildet.

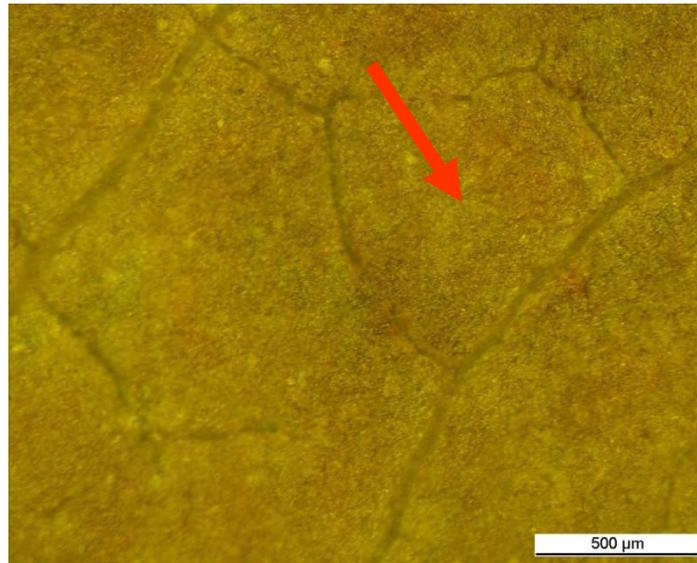
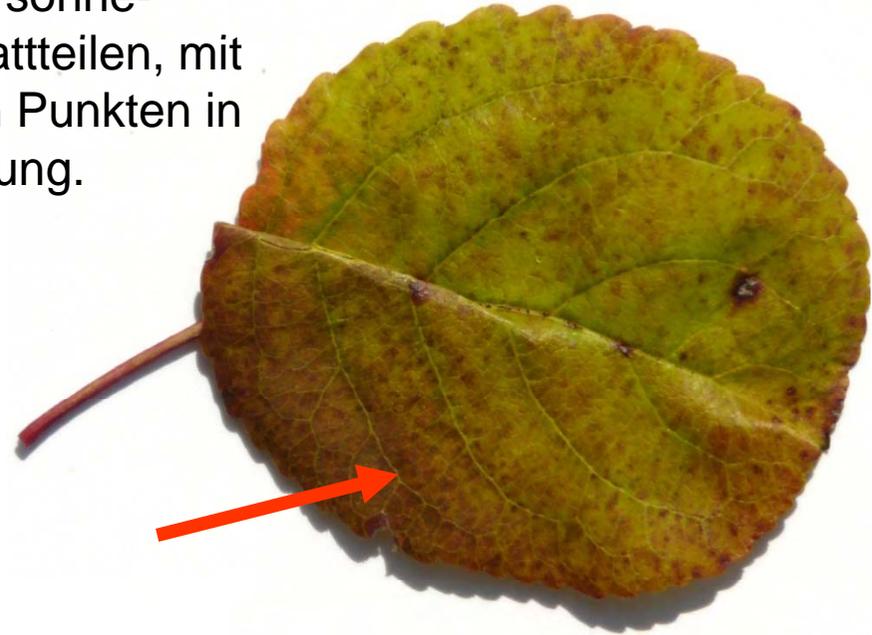
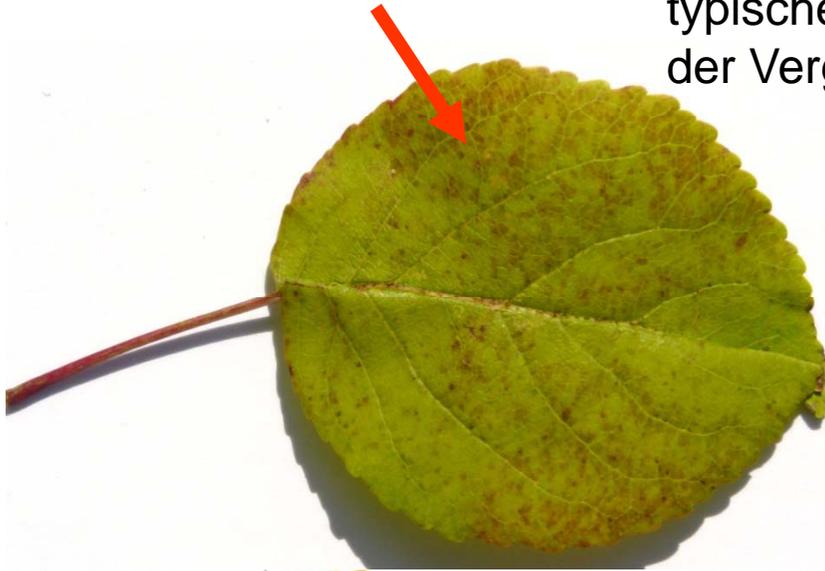
**GL, Riedern, Auli, 2009**



## Holz-Apfelbaum

Zürich, Bot. Garten, 2011

→ Verrötung/Verbräunung durch Ozon an sonne-exponierten Blattteilen, mit typischen roten Punkten in der Vergrößerung.



# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

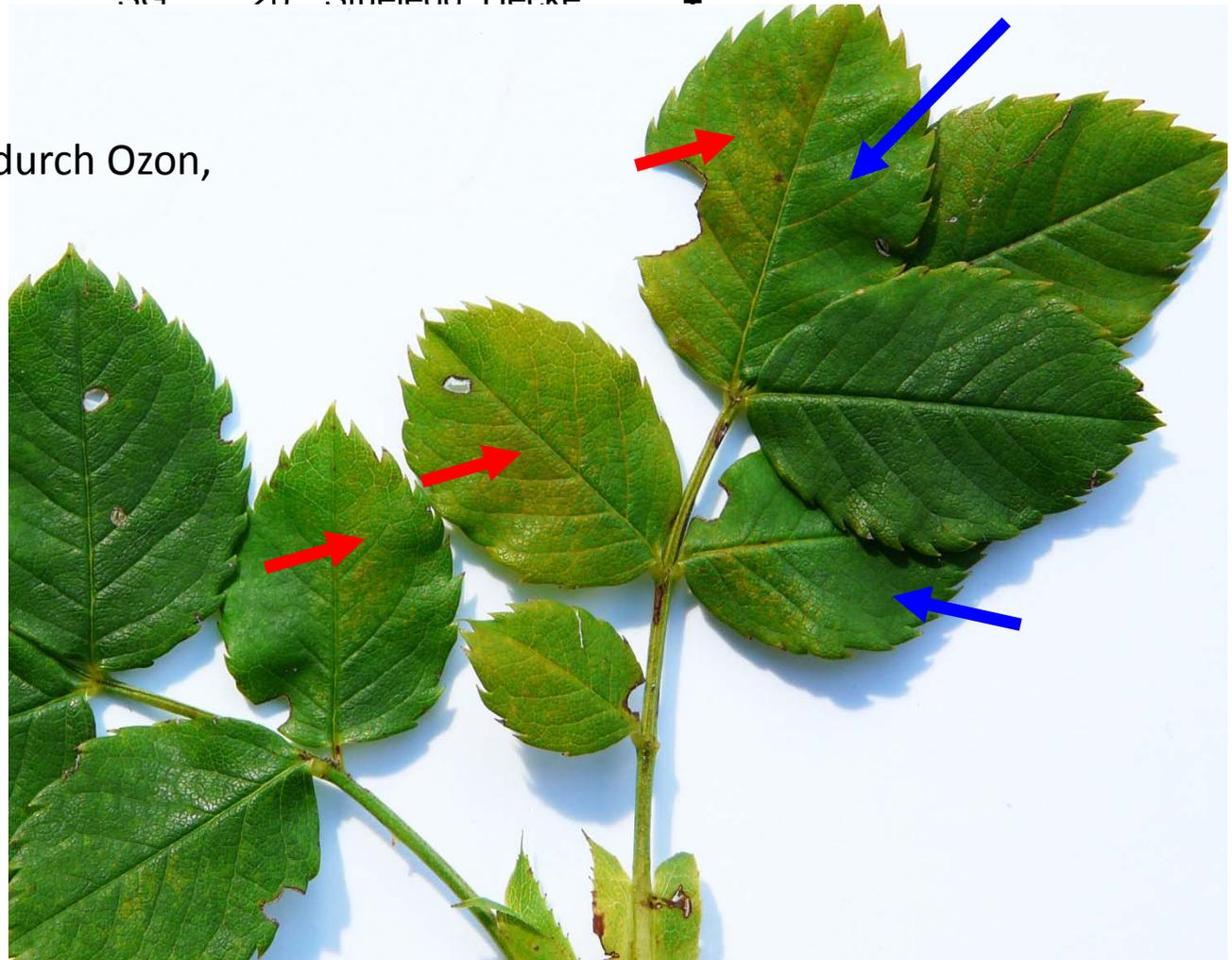
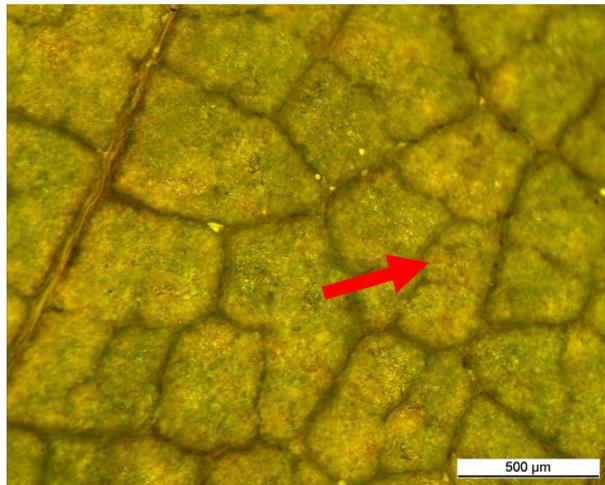
<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

## Hunds- Rose

*Rosa canina* L.

- Verbräunung/Vergilbung durch Ozon,
- Schatteneffekt

Kanton	Höhe	Standort	2011
FL	3a	Sütigerwies	+
FL	3b	Guferwald	+
SG	2h	Stuelegg Hecke	+



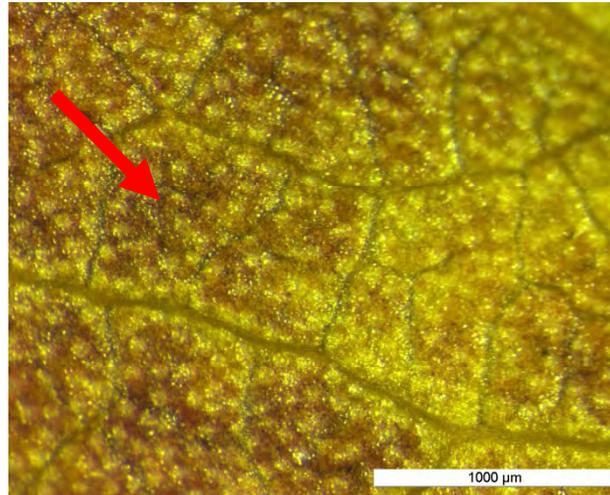
# Korbweide

Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
SG	2b	Stuelegg, Hecke	+	+	+

*Salix viminalis L.*

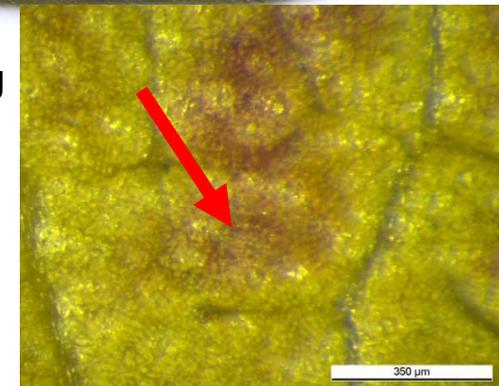
→ Verbräunung durch Ozon, zunehmend mit dem Blattalter

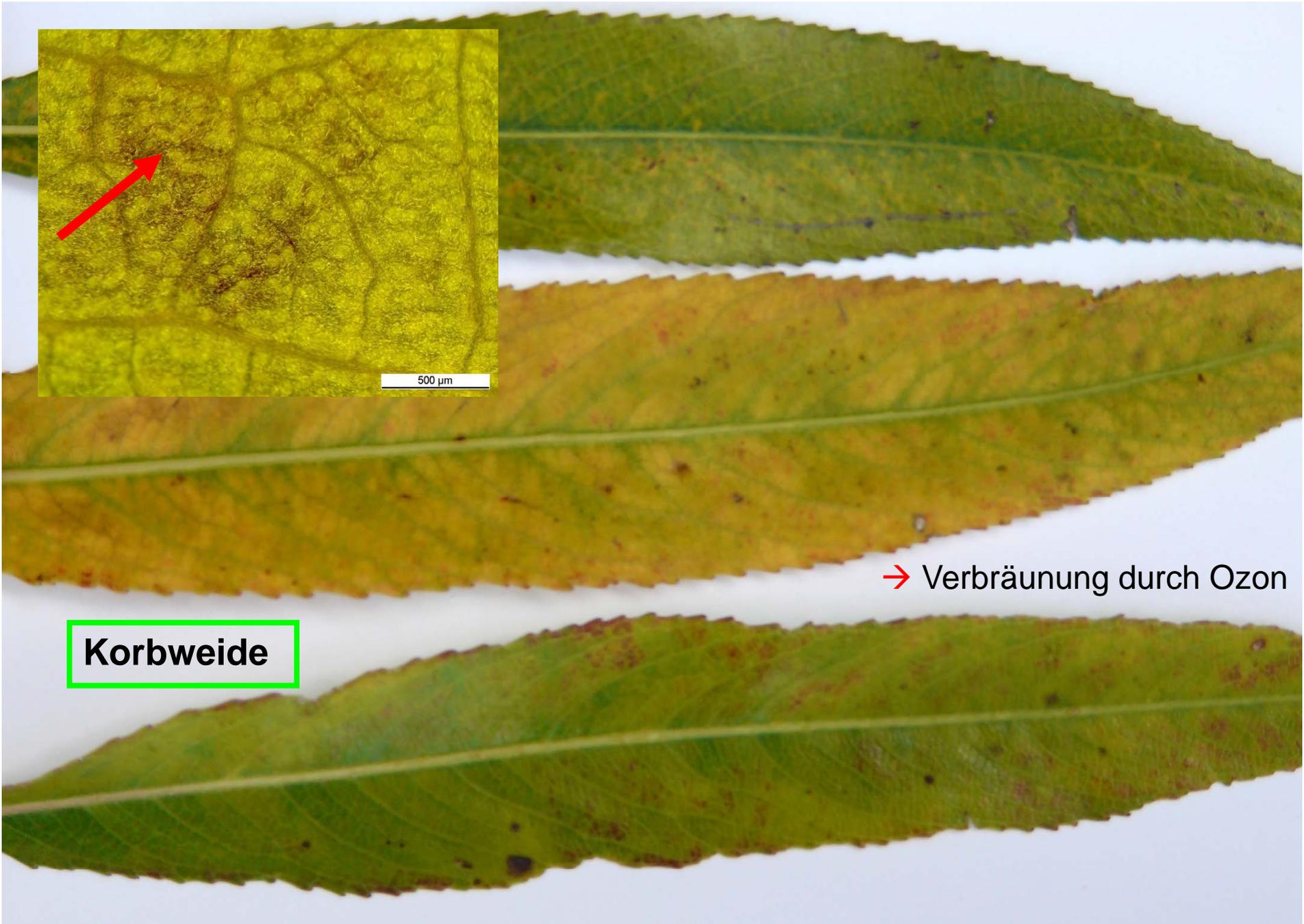


St. Georgen. SG,  
Stuelegg  
Hecke, 2008



St. Georgen, SG, Stuelegg  
Hecke, 2009





→ Verbräunung durch Ozon

**Korbweide**

© Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

**Kornelkirsche**

*Cornus mas* L.

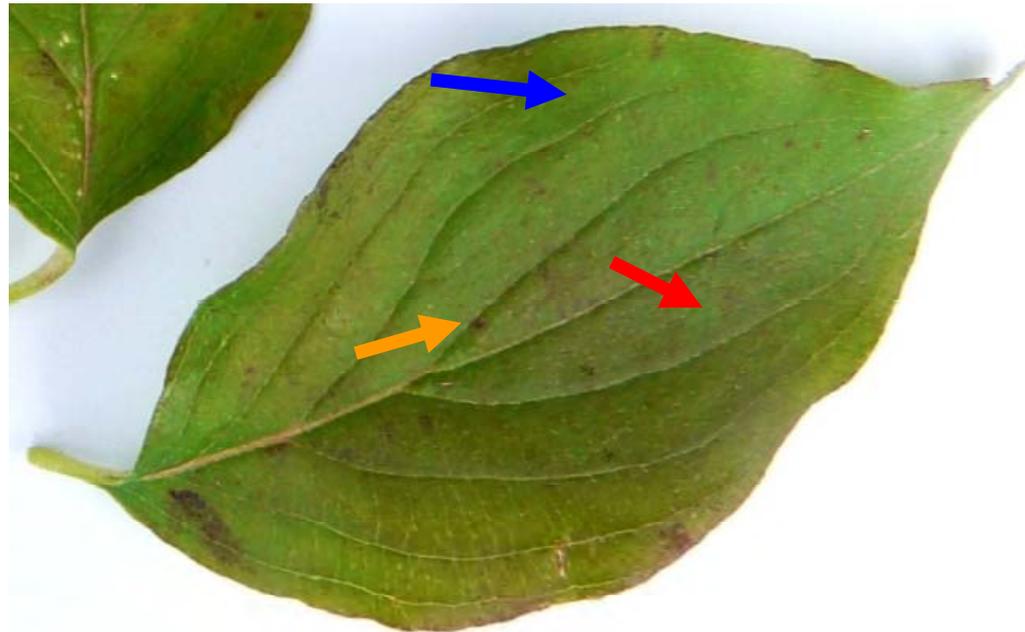
Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
ZH	1	Zürich, Bot. Garten	-	+	+

Die flächige Verrötung ist eine atypische Indikation.

Auf sonst grünen Blättern zusammen mit dem → Schatteneffekt kann sie jedoch → ozonbedingt sein. Es gibt auf Blättern der Kornelkirsche aber auch häufig Pilzinfektionen, welche klar begrenzte (nicht diffuse) → rote Punkte hervorrufen.

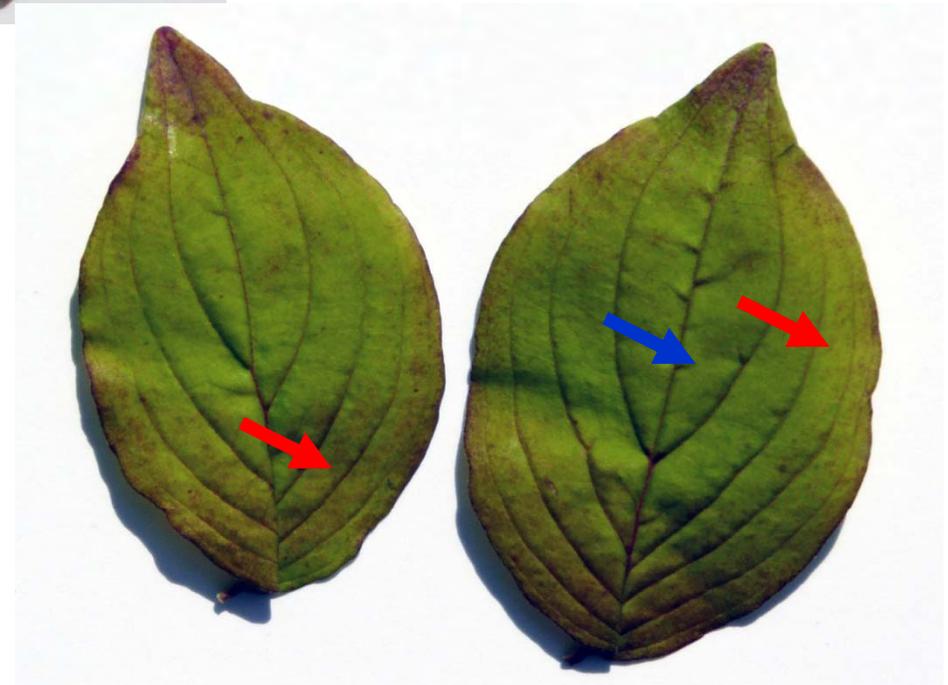
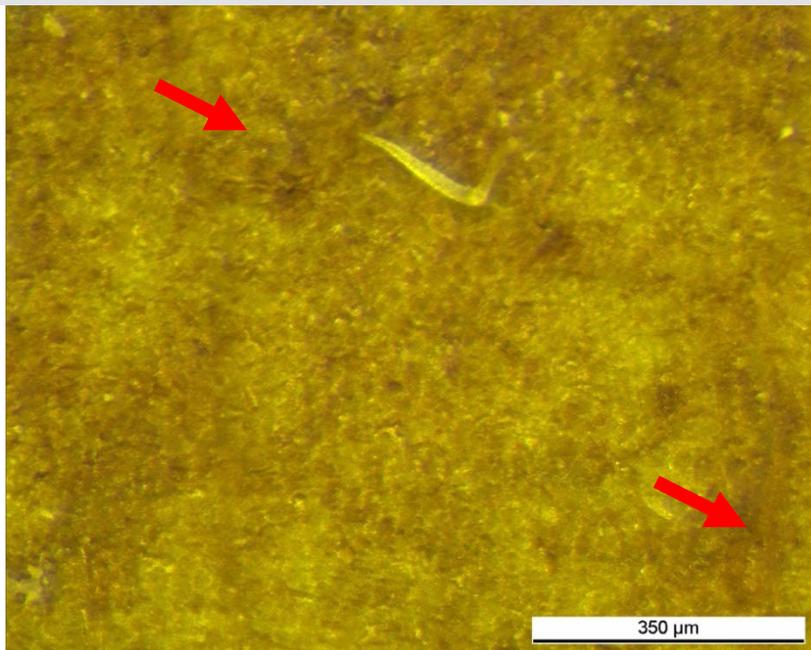
Zürich,  
Botanischer Garten,  
2009



## Kornelkirsche

Zürich, Bot. Garten 2011

→ abiotische Verrötung /  
Verbräunung durch Ozon, →  
Schatteneffekt (fehlende  
Verbräunung auf  
beschatteten Blatteilen)



# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

**Lärche**

*Larix decidua* Miller

**Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -**

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	1	Sandteil	-	-	+



→ Vergilbung durch Ozon an sonne-exponierten Nadeln



## © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

### Liguster

*Ligustrum vulgare L.*

#### Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	1	Sandteil	-	-	+
FL	3a	Sütigerwies	-	-	-
GL	1	2009, Auli		+	
SG	2b	Stuelegg, Hecke	-	-	-
AR	3	Farnbüel	-	+	+
ZH	1	Zürich, Botanischer Garten	(+)	(+)	+
ZH	2	Zürich, Witikon	(+)	(+)	-
ZH	3	Zürich, Fluntern	(+)	-	+

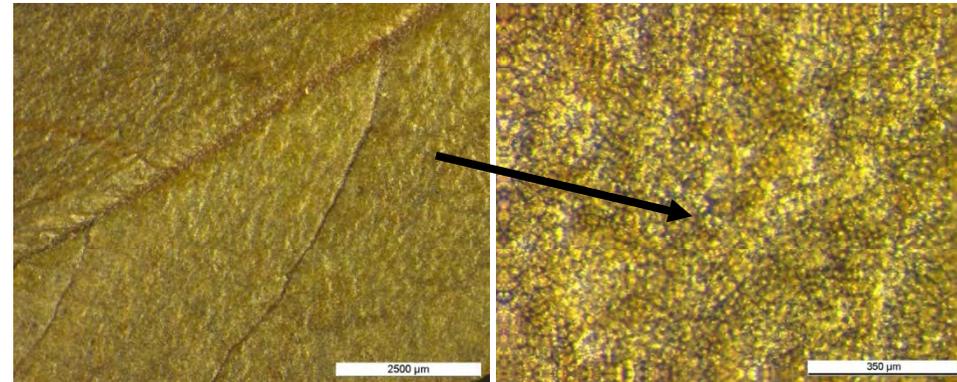
Die Vergilbung/Verrötung durch Ozon an älteren Blättern ist bei Liguster ein unsicheres visuelles Symptom, denn es gleicht der homogenen Altersverfärbung und tritt häufig zusammen mit Pilzinfektionen auf, welche grössere begrenzte Punkte erzeugen und von Auge mit Ozonsymptomen verwechselt werden können. Es braucht deshalb zusätzliche mikroskopische Untersuchung.

# Liguster

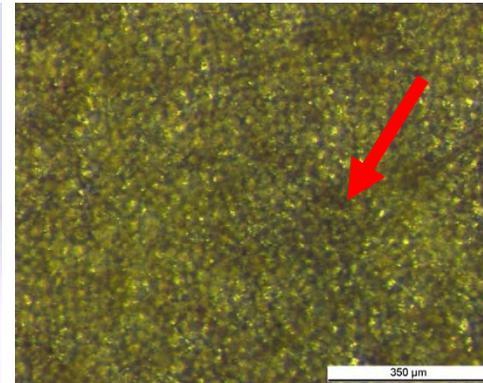
Zürich,  
Bot. Garten,  
2008



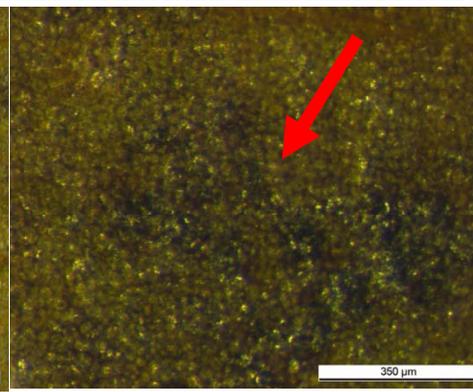
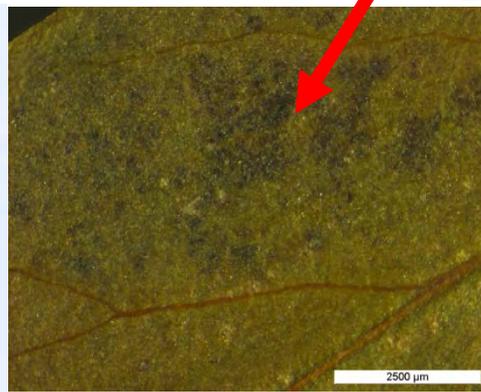
## Homogene Verfärbung auf der Blattoberseite



→ Verbräunung durch Ozon an sonne-exponierten Blattteilen  
und mit → Schatteneffekt.



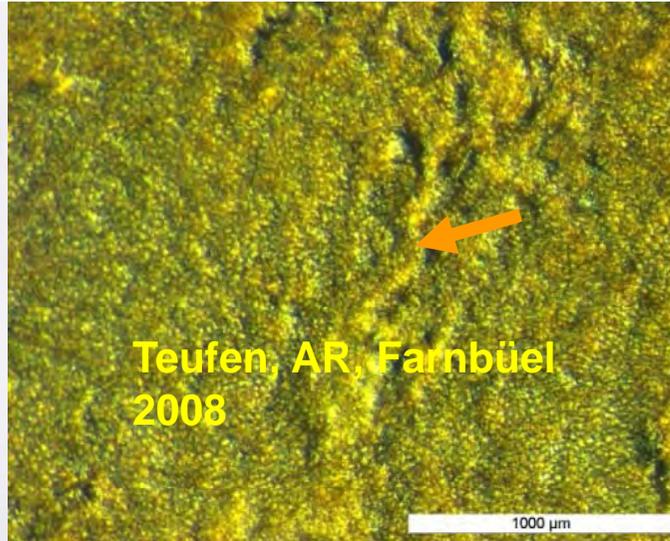
Zürich,  
Witikon,  
2008



Zürich,  
Fluntern,  
2008

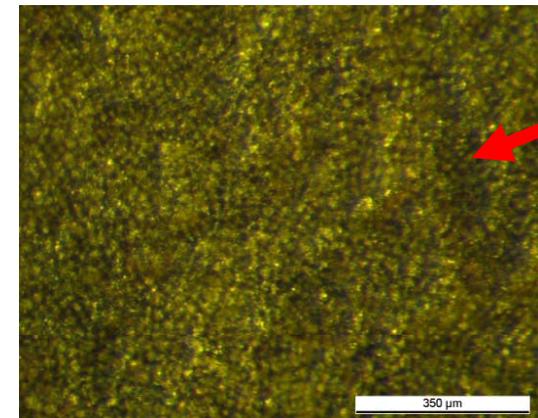
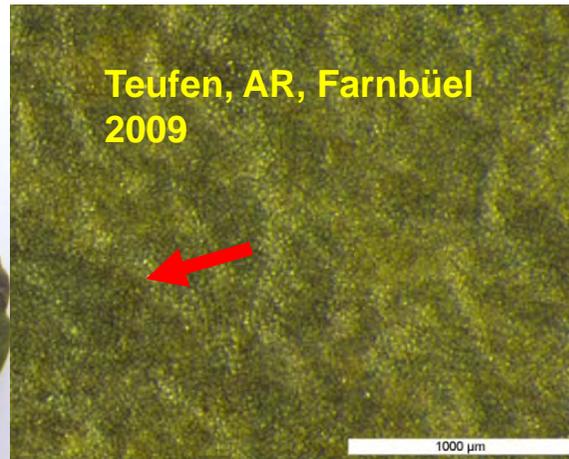
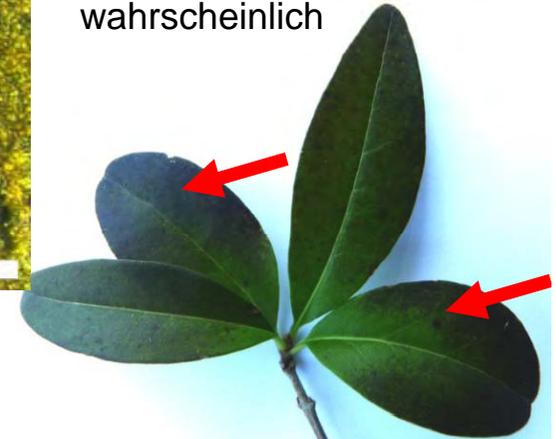
# Liguster

- Pilzinfektion (**Farnbüel: 2008 mit, 2009 ohne Pilzinfektion**)
- Verfärbung durch Ozon an sonne-exponierten Blatteilen

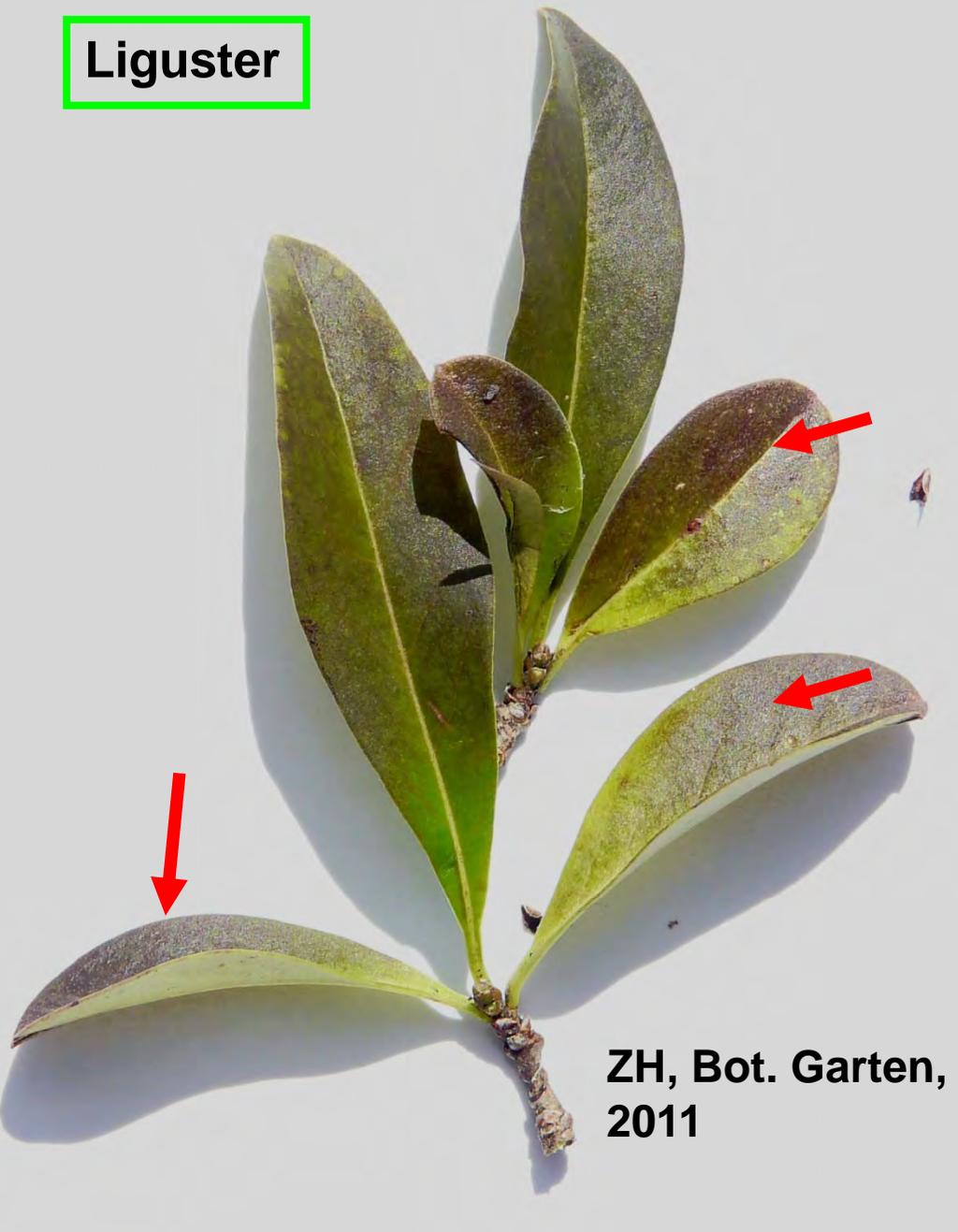


**Auli, GL, 2009**

- rein abiotische Verfärbung, Ozon sehr wahrscheinlich



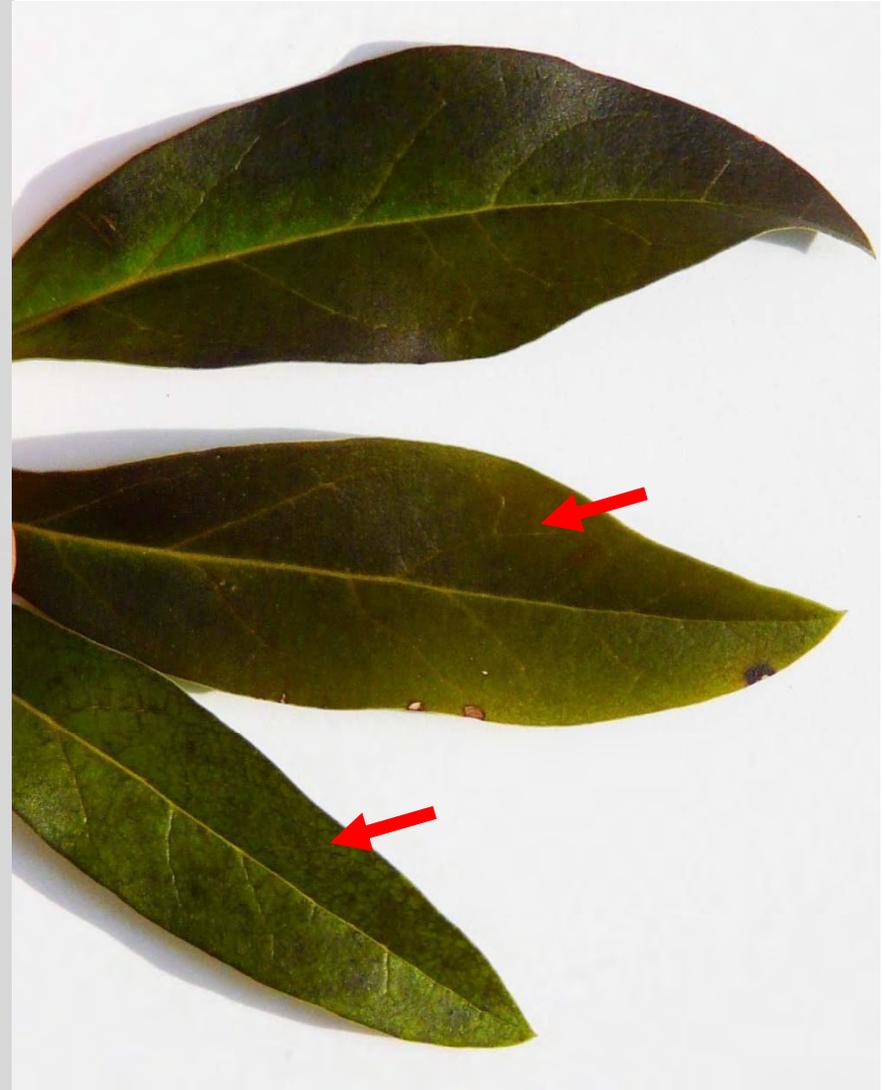
**Liguster**



**ZH, Bot. Garten,  
2011**

→ rein abiotische  
Verfärbung, Ozon sehr  
wahrscheinlich

**ZH, Fluntern, 2011**



# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

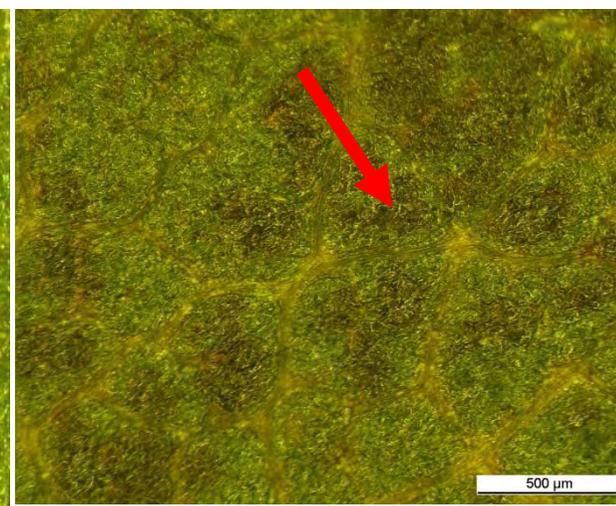
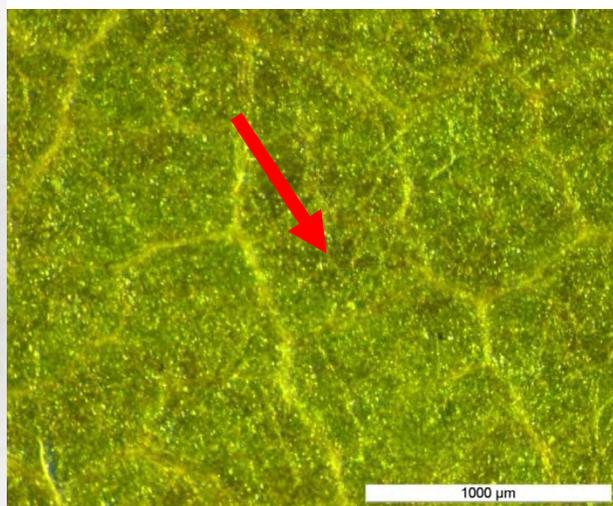
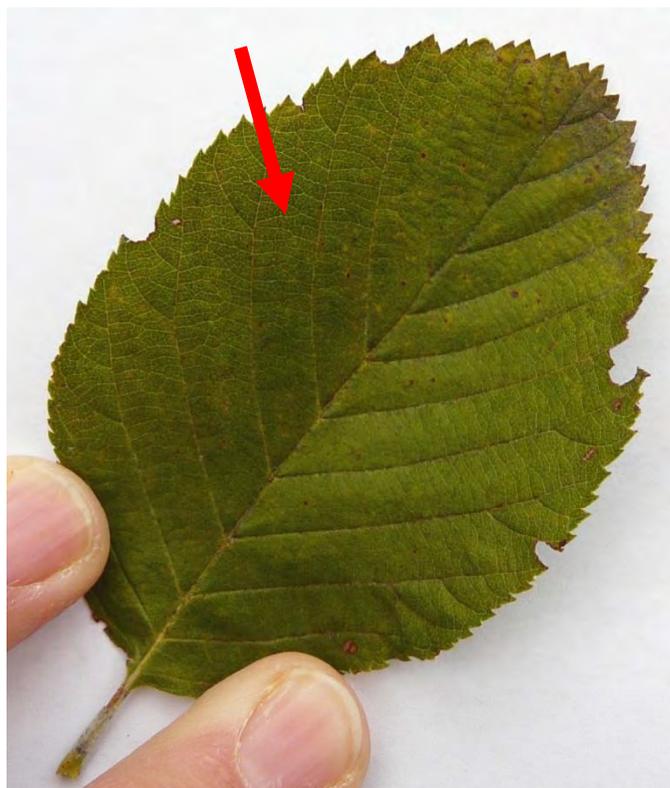
<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

## Mehlbeerbaum

*Sorbus aria* (L.) Crantz

Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

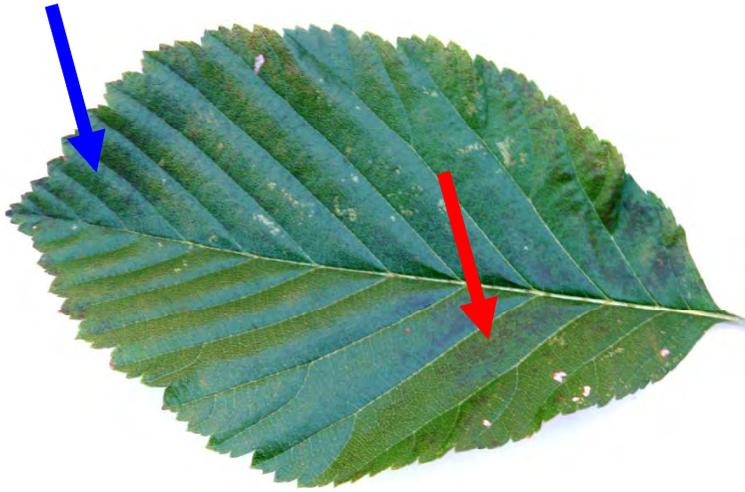
Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	3b	Guferwald	+	-	+



Verbräunung → auf der Blattoberfläche, vergrössert  
FL, Triesenberg, Guferwald, 2008 (rechts 2011)

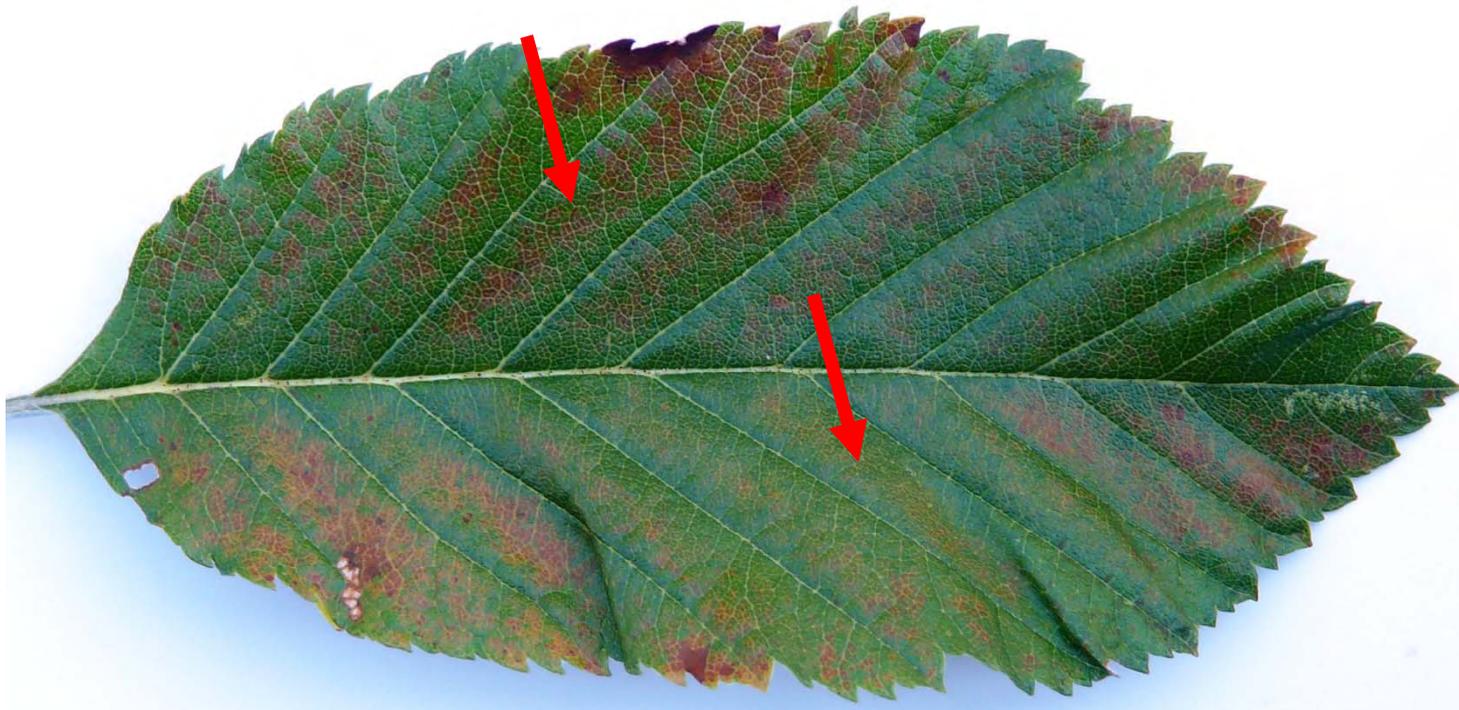
→ Verbräunung durch Ozon

## Mehlbeerbaum



FL, Guferwald, 2011

→ Verbräunung durch Ozon, → Schatteneffekt



## © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

### Pfaffenhütchen

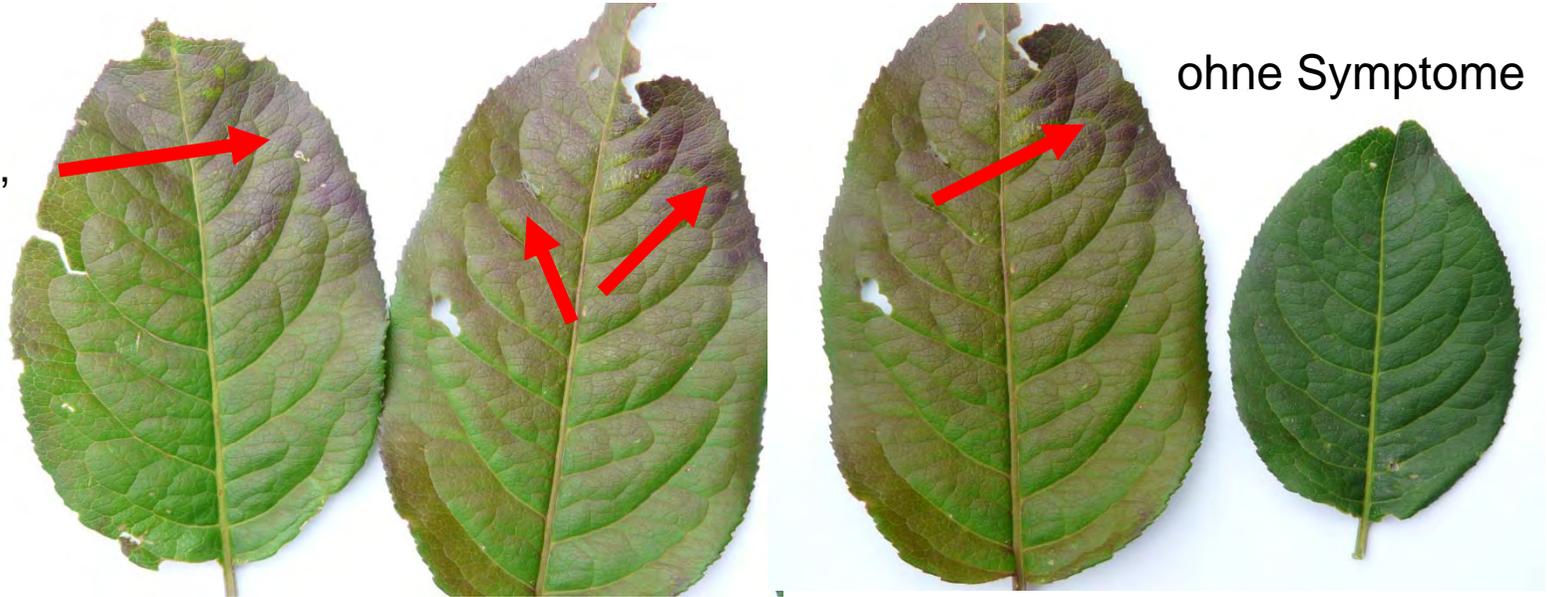
*Euonymus europaea L.*

**Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -**

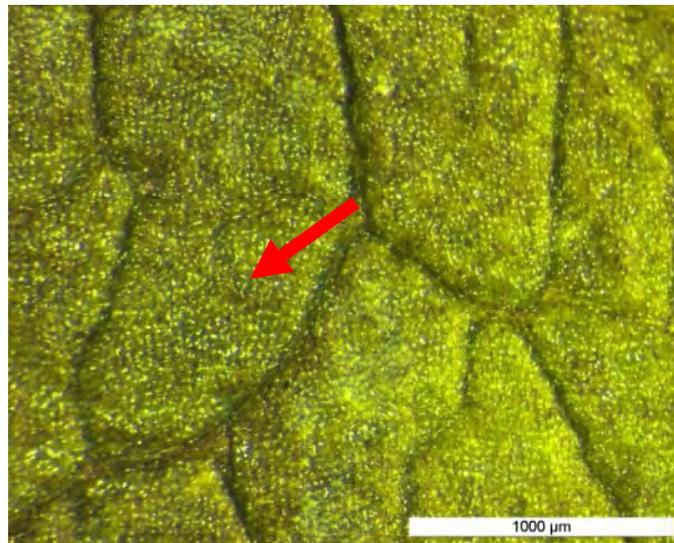
Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	1	Sandteil	-	-	(+)
FL	3a	Sütigerwies	(+)	-	+
SG	2b	Stuelegg, Hecke	+	-	(+)
AR	3	Farnbüel			+
GL	1	Feldbach 2008	-		
ZH	2	Zürich, Witikon	-	-	+
ZH	3	Zürich, Fluntern			-

# Pfaffenhütchen

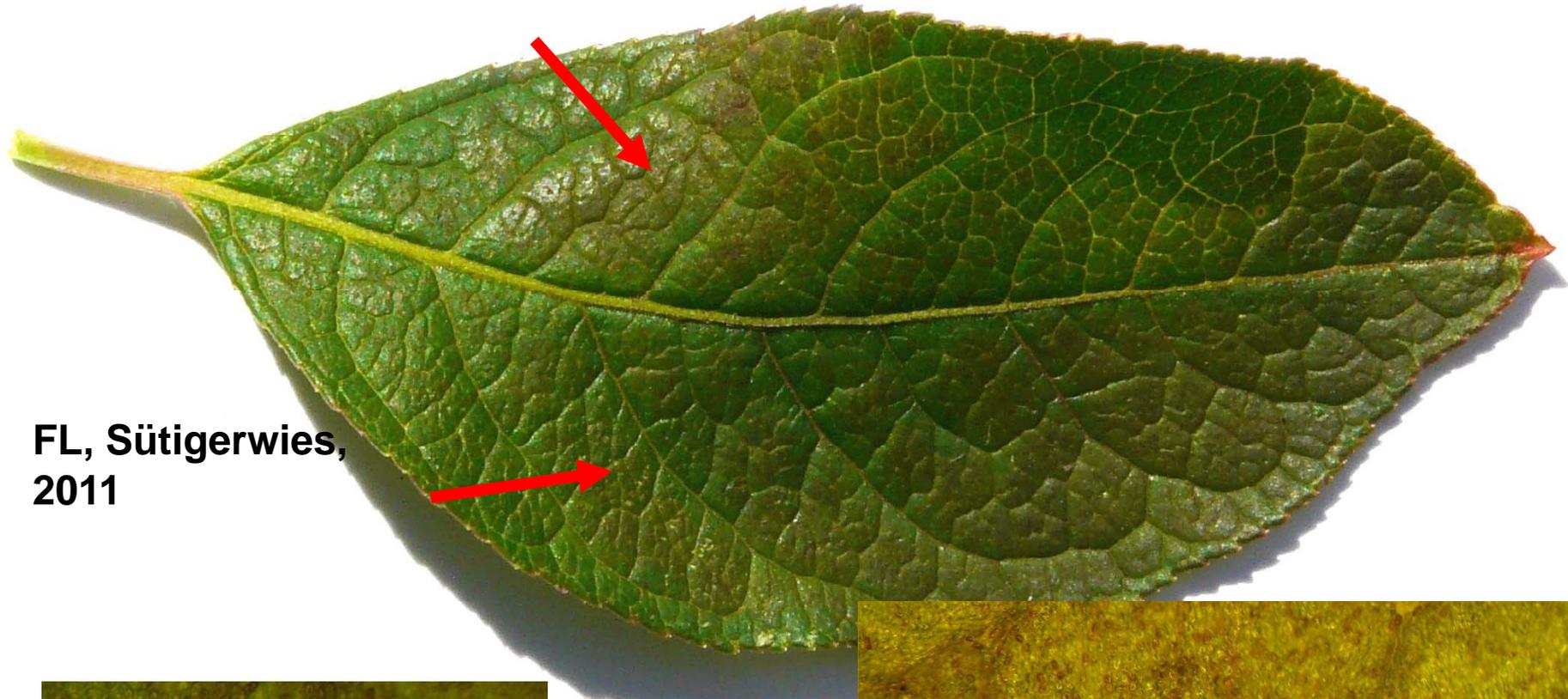
schwache →  
Ozonsymptome,  
Verbräunung  
/Verrötung  
zwischen den  
Blattnerven,  
zunehmend mit  
dem Blattalter



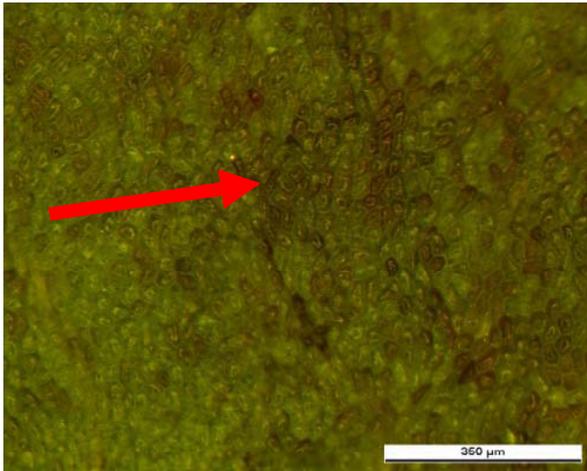
Verbräunung →  
auf der  
Blattoberfläche  
vergrössert



SG, St. Georgen,  
Stuelegg, Hecke, 2008



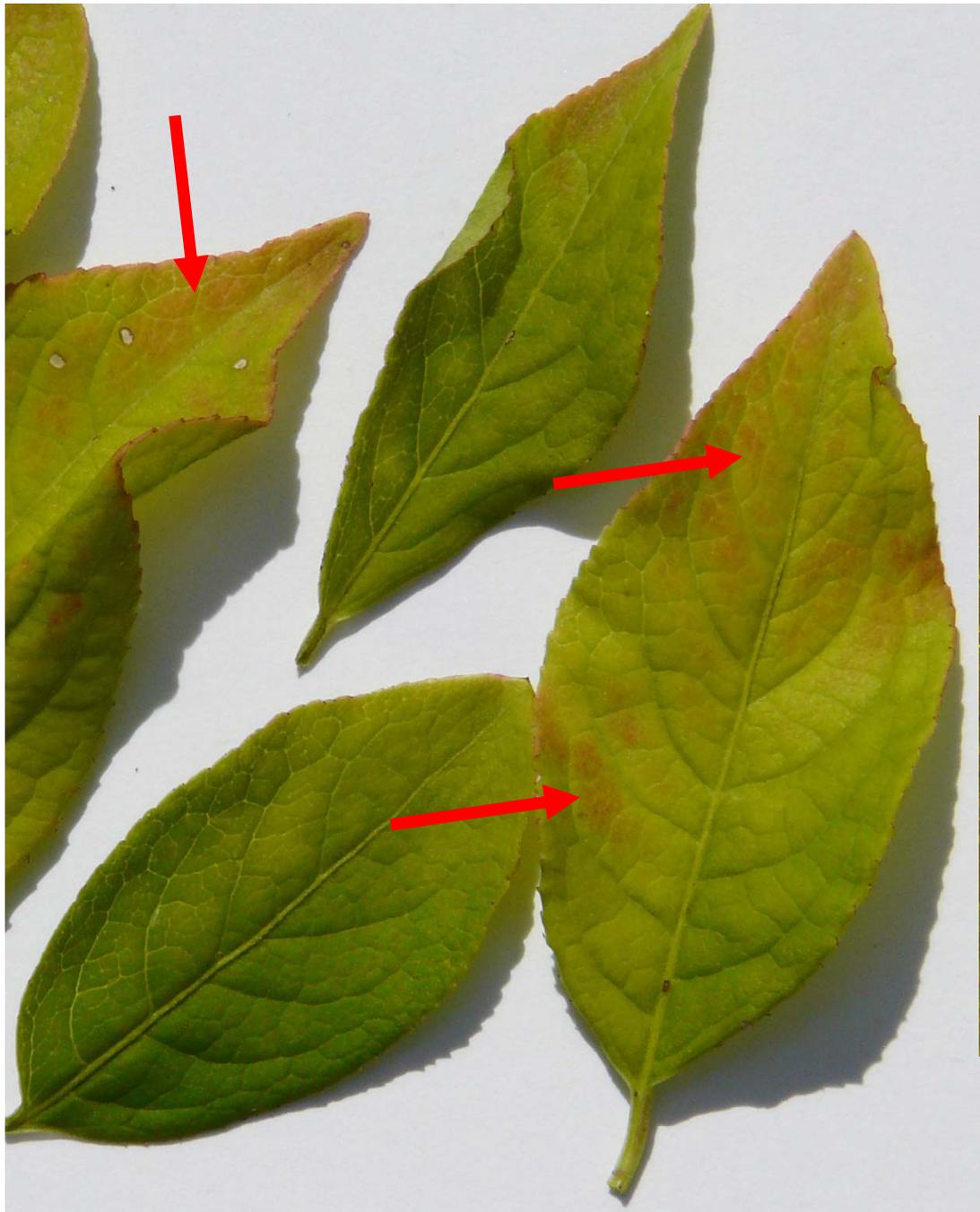
**FL, Sütigerwies,  
2011**



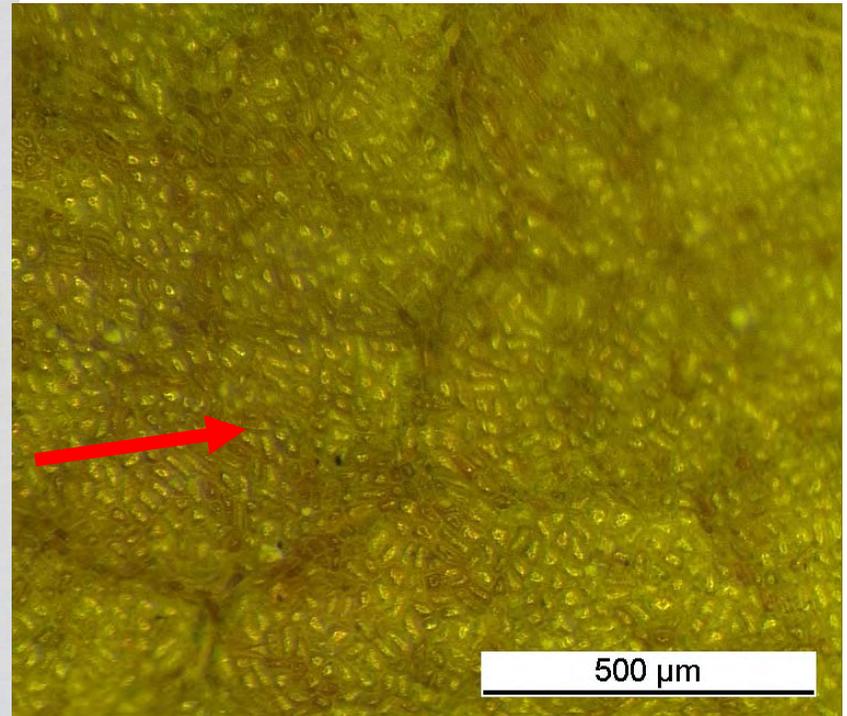
**FL, Sandteil, 2011**

Verbräunung  
durch Ozon →  
auf der  
Blattoberfläche  
vergrössert





Abiotische  
Verbräunung/  
Verrötung durch  
Ozon → auf der  
Blattoberfläche,  
unten vergrössert

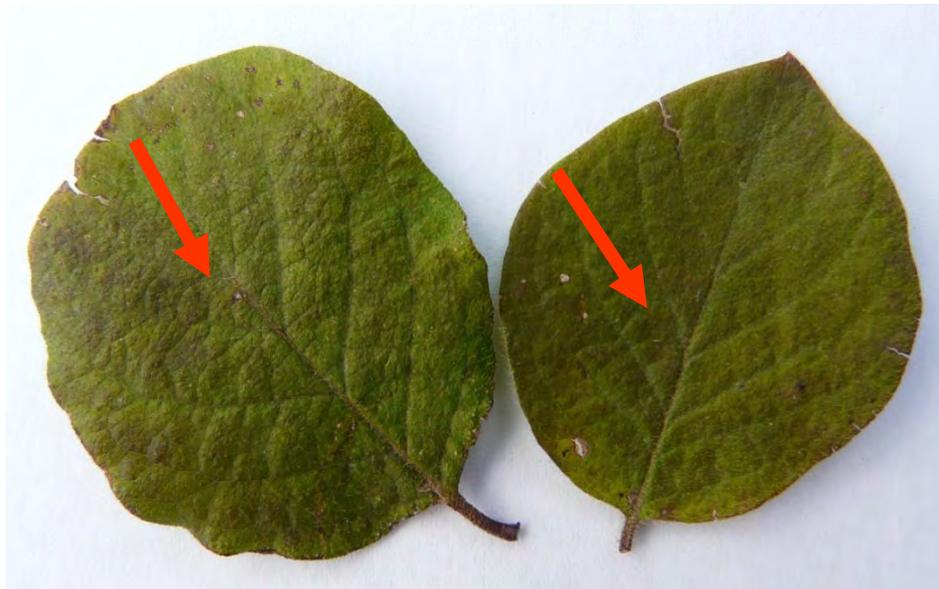


**Zürich, Witikon, 2011**

## Rote Heckenkirsche (rotes Geissblatt)

*Lonicera xylostenum* L.

Die → Verrötung durch Ozon an älteren Blättern ist ein unsicheres Symptom, denn es gleicht der Alterverfärbung und tritt häufig zusammen mit Pilzinfektionen auf, die Ursache der Verfärbung muss deshalb mit mikroskopischen Methoden verifiziert werden.



Triesen, FL, Sandteil, 2008

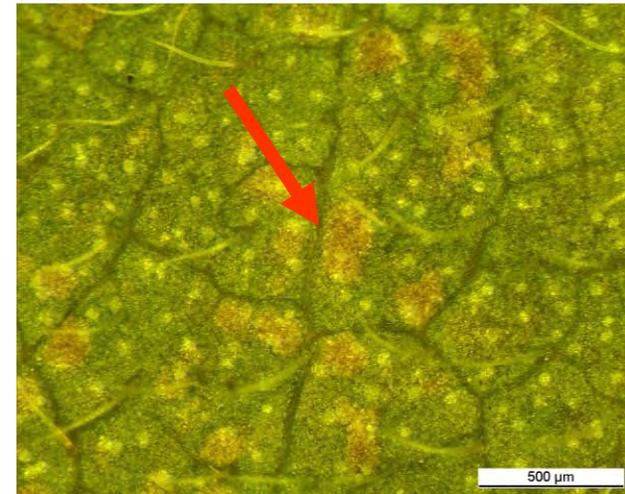
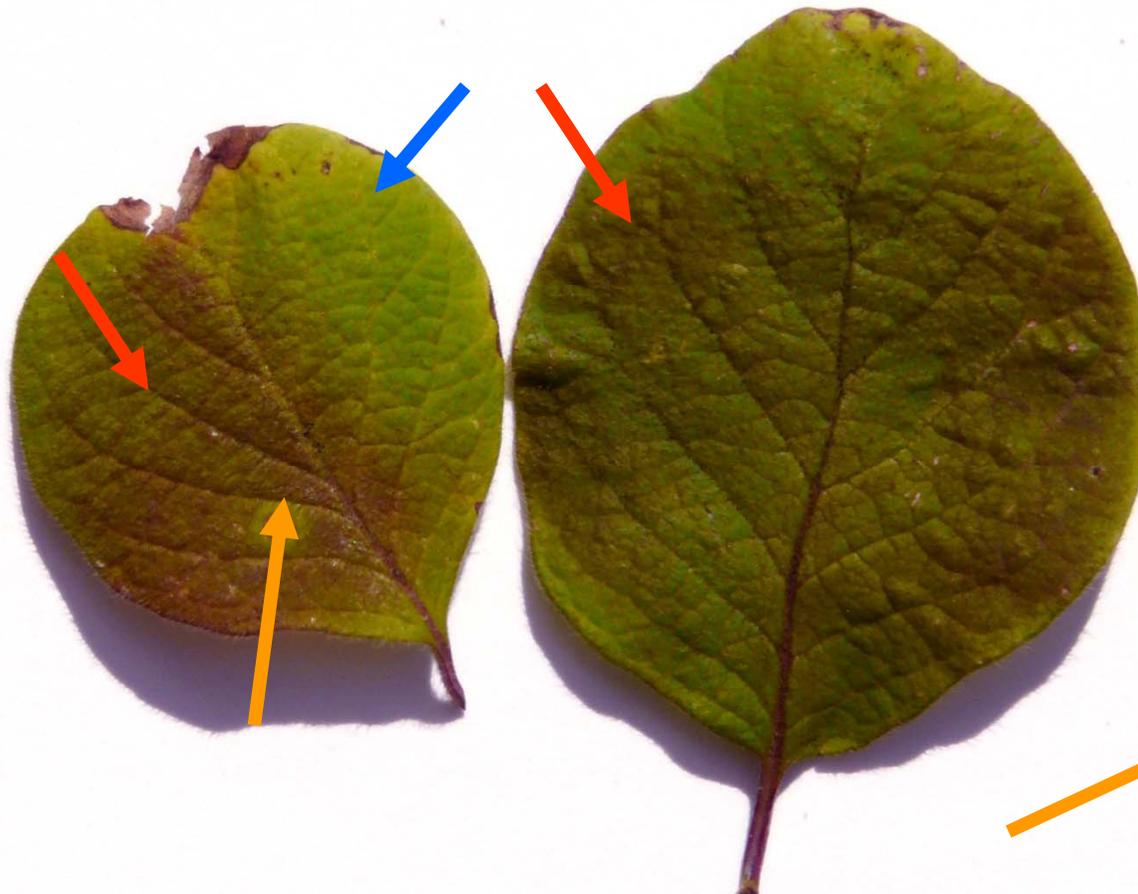
Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	1	Sandteil	(+)	-	(+)
FL	3a	Sütigerwies			+
GL	2	2009 Staldengarten		-	
GL	3	2009 Büttenen		-	
ZH	1	Zürich, Botanischer Garten			+
ZH	2	Zürich, Witikon			+

Blattoberfläche (behaart), vergrössert,  
→ Verrötung durch Ozon



**Rote Heckenkirsche  
(rotes Geissblatt)**



**Zürich, Witikon, 2011,  
Blattoberfläche vergrössert**

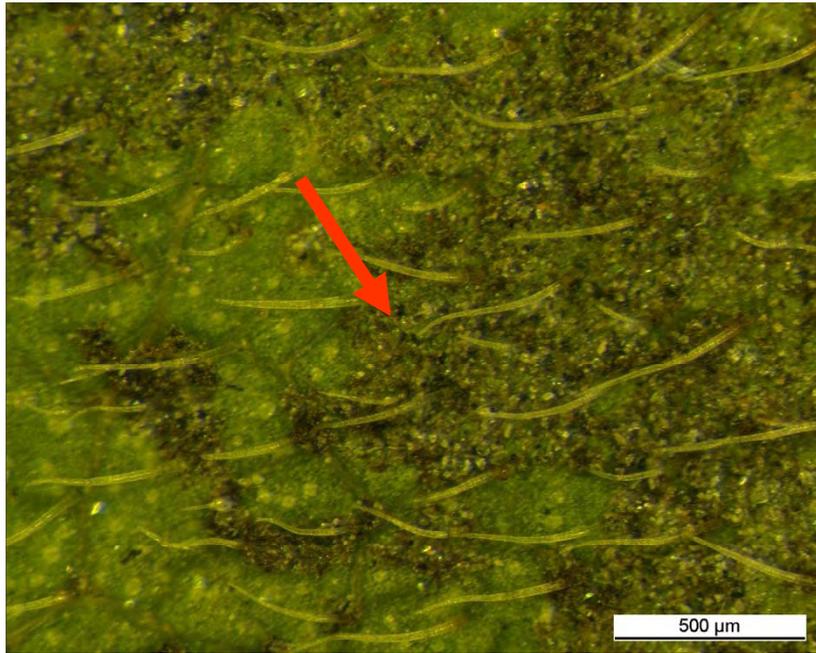


**Zürich, Bot. Garten, 2011**

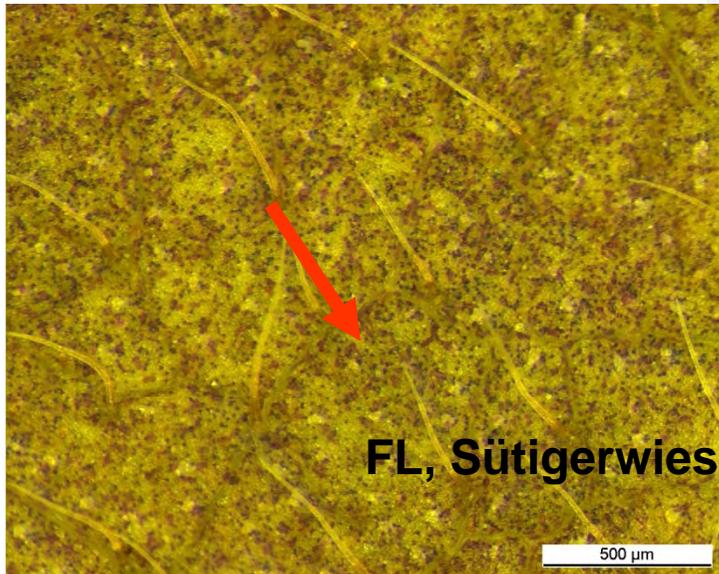
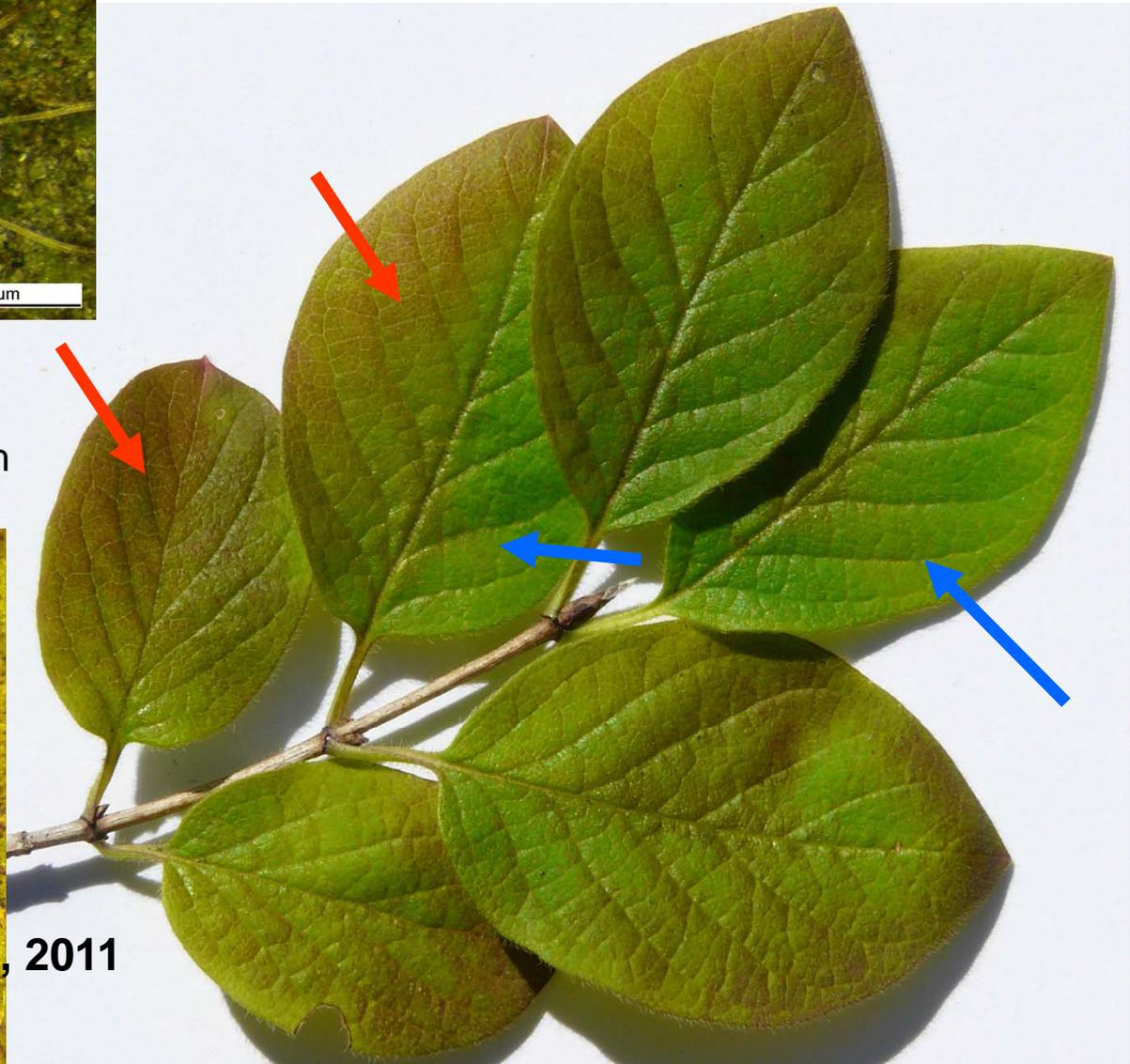
Der → Schatteneffekt und die Verrötung durch → Ozon sind unabhängig von kleinen begrenzten → Pilzinfektionen

**Rote Heckenkirsche  
(rotes Geissblatt)**

FL, Sandteil, 2011



Der → Schatteneffekt und die Verrötung durch → Ozon sind typisch



FL, Sütigerwies, 2011

# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

## Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

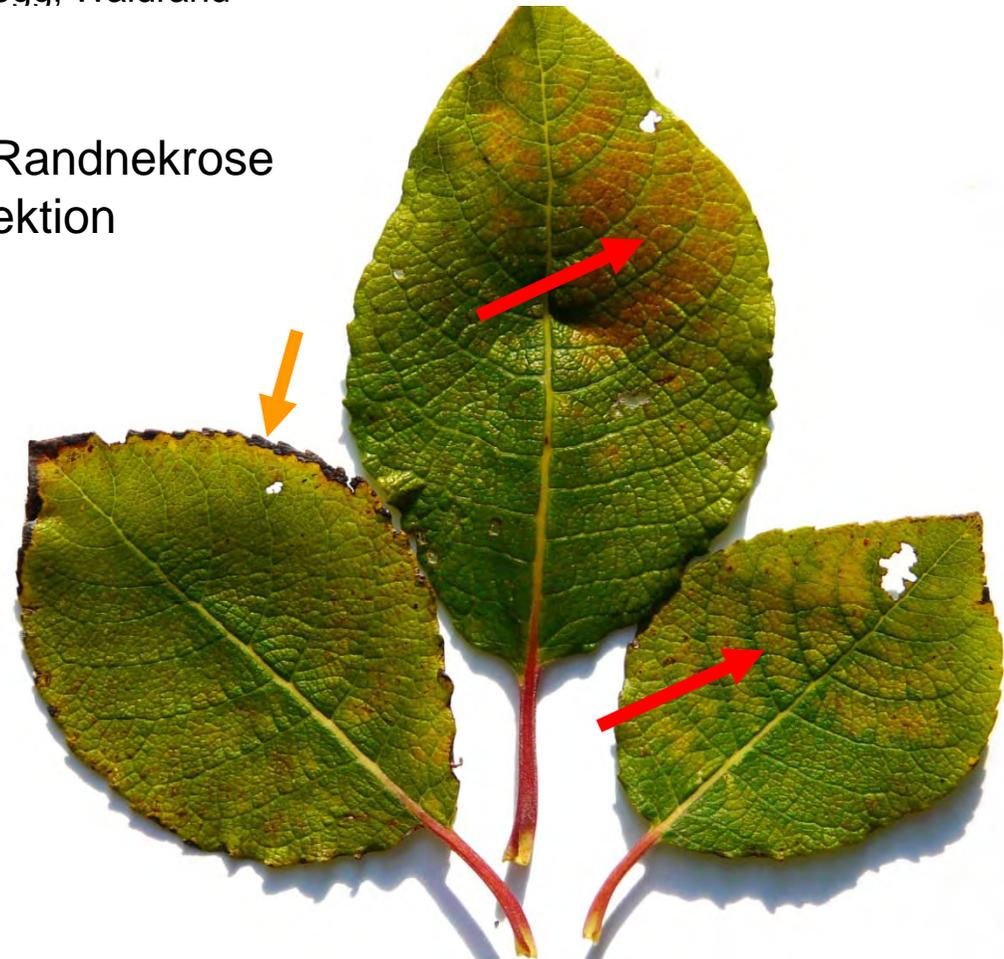
### Sal-Weide

*Salix caprea* L.

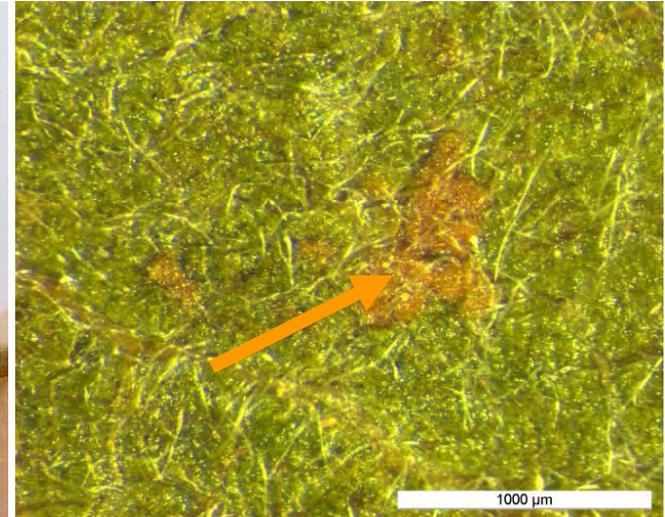
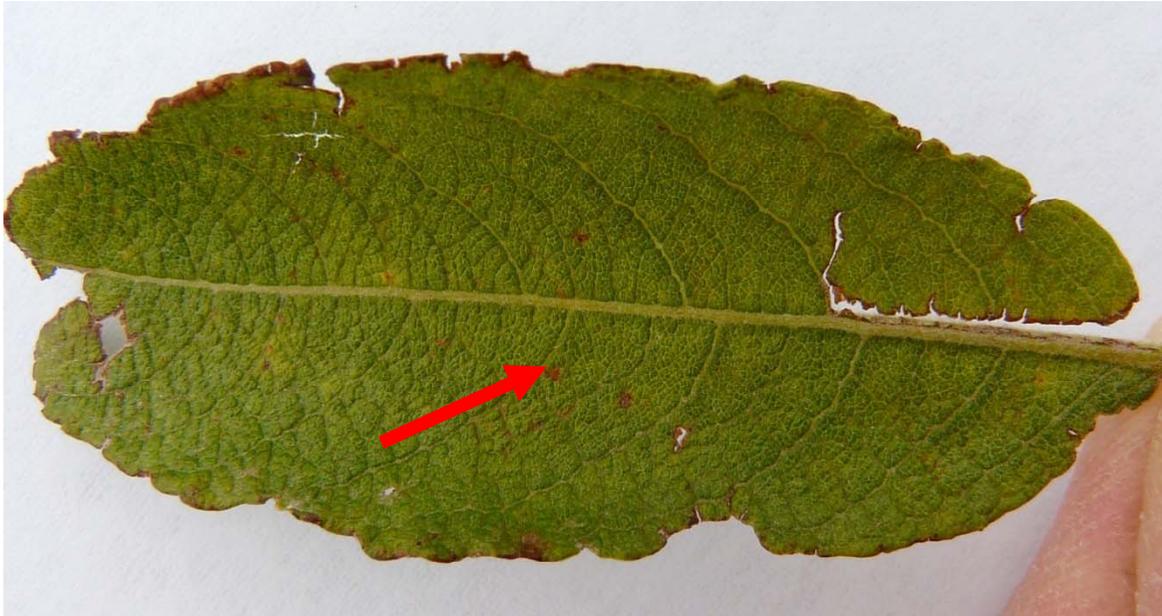
Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	1	Sandteil	-	-	-
GL	3	2008 Schlatt, 2009 Büttenen	-	-	-
SG	2a	Stuelegg, Waldrand	-	-	-
ZH	3	Züric	-	-	-

→ Ozon, → Randnekrose durch Pilzinfektion

Zürich Fluntern, 2011



## Sal-Weide



**FL, Triesen, Sandteil, 2008**

Die für Ozon untypischen → braunen Flecken und die  
→ leichte Vergilbung sind bei Vergrößerung auf  
Pilzinfektionen zurückzuführen.

# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

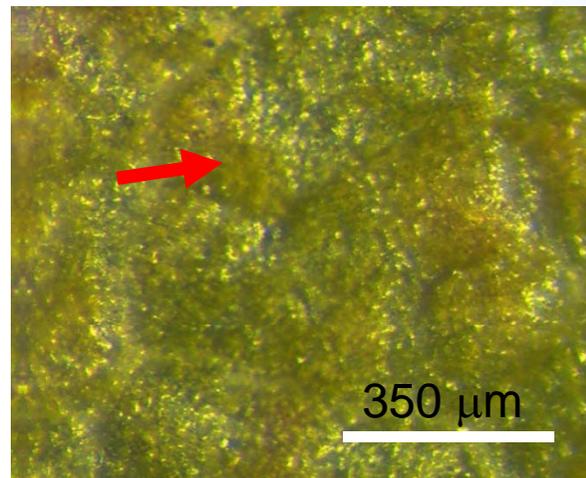
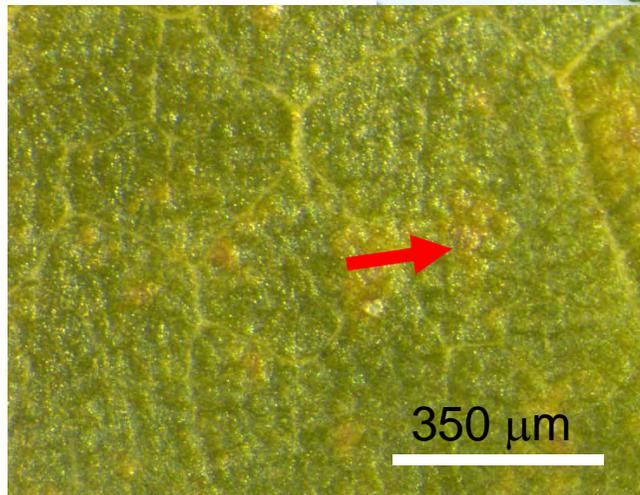
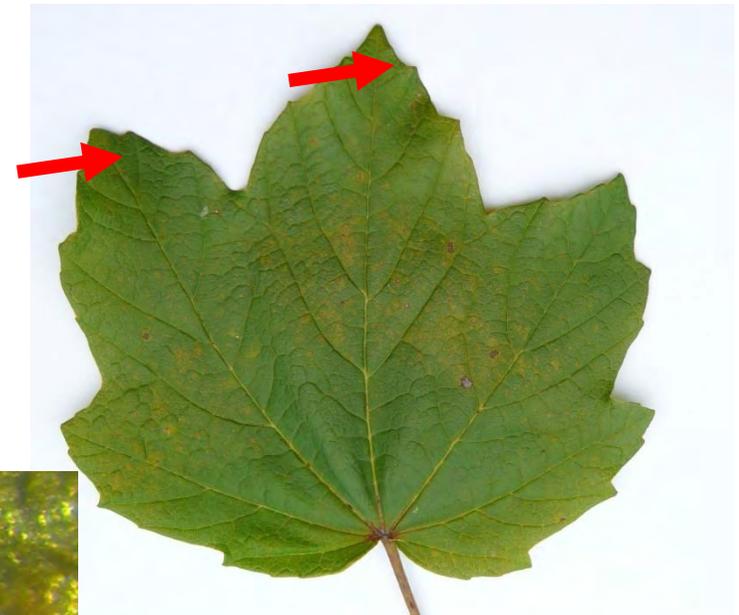
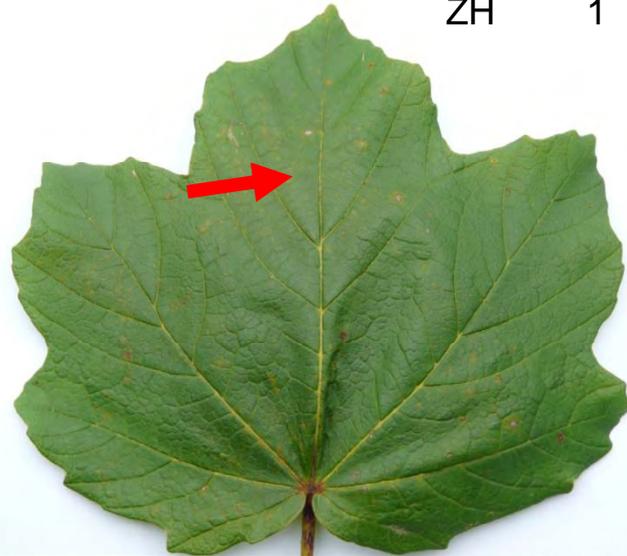
## Schneeballblättriger Ahorn

*Acer opalus* Miller

Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
ZH	1	Zürich, Bot. Garten	+	-	-

Zürich, Botanischer Garten, 2008



→ Verbräunung durch Ozon zwischen den Blattnerven, links erste schwache Symptome

→ Verbräunung auf der Blattoberfläche, vergrössert (links schwache Symptome)

# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

## Schneebeere

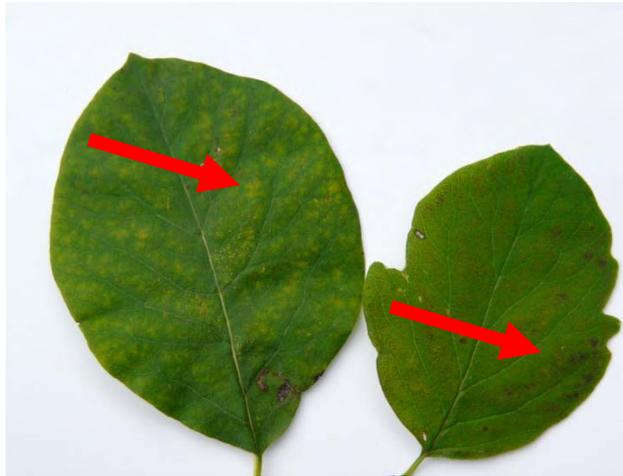
Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
SG	1	St. Gallen Rohrschacherstr.	+	-	-

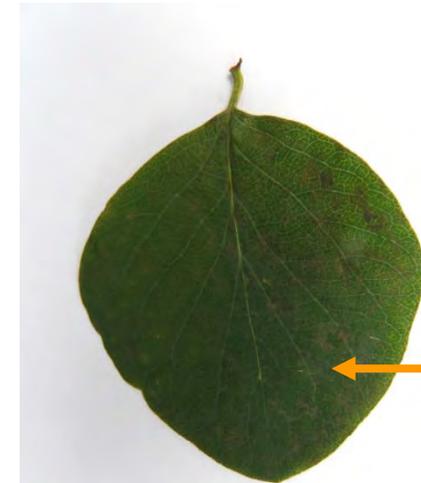
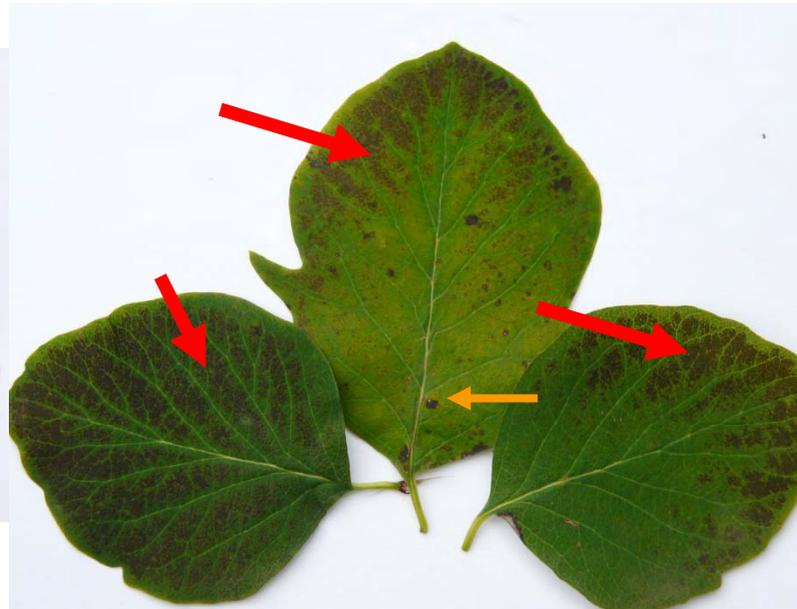
*Symphoricarpos albus* (L.) Blake

wird als Zierstrauch angepflanzt und ist als Neophyt verwildert

→ Verbräunung durch Ozon, → einzelne grössere Punkte sind (zusätzlich) auf Pilzinfektionen zurückzuführen



St. Gallen, Rohrschacherstr., 2008



St. Gallen,  
Rohrschacherstr.,  
2009, Pilzinfektionen  
dominieren

# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

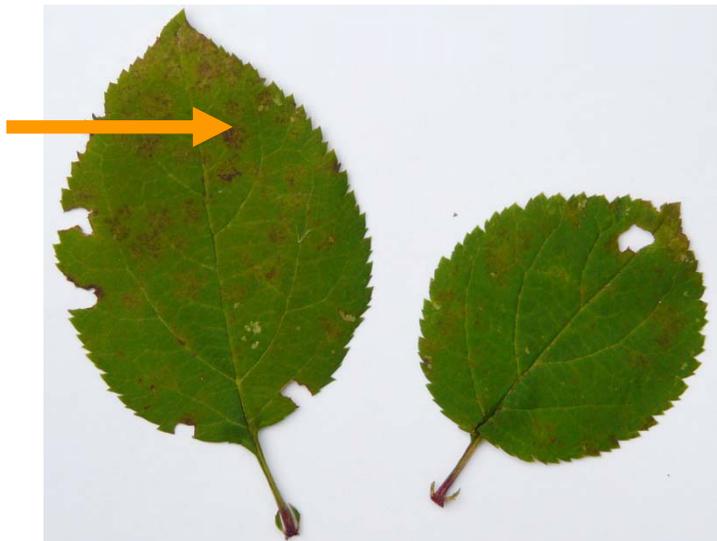
## Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

### Schwarzdorn

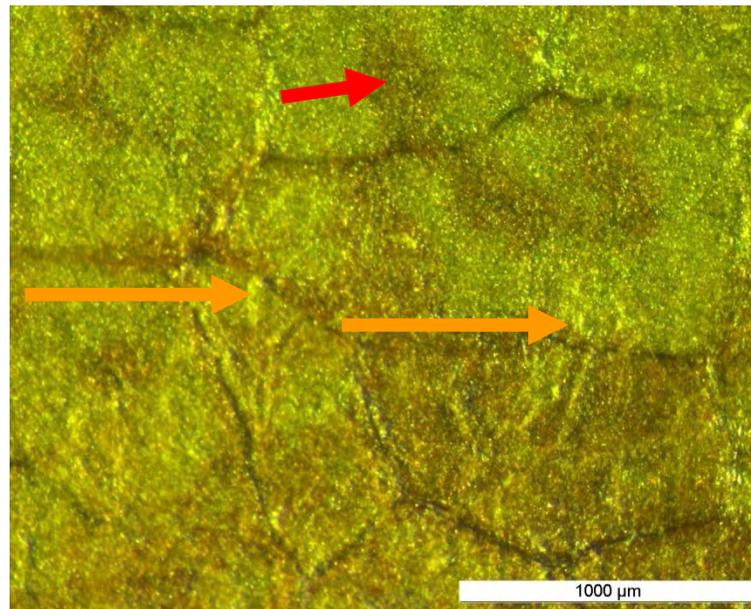
*Prunus spinosa L.*

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	3b	Guferwald	-	-	-
GL	2	2009 Staldengarten		-	
SG	1	St. Gallen Rohrschacherstr.			-
AR	3	Farnbüel	-	-	(+)
ZH	1	Zürich, Botanischer Garten	-	-	(+)
ZH	2	Zürich, Witikon	-	-	(+)

Obwohl die Symptome denjenigen von Ozon ähnlich sehen, waren die Flecken 2008 & 2009 zu gross und zu unregelmässig. Der Verdacht auf eine Pilzinfektion wurde mit der Vergrösserung erhärtet. 2011 waren die Flecken homogener verteilt, der Ozoneinfluss deshalb wahrscheinlicher.



Teufen, AR, Farnbüel, 2008



Unregelmässige grössere braune Flecken → auf der Blattoberfläche vergrössert sind assoziiert mit hell glänzenden Pilzhyphen und können deshalb nicht eindeutig von → Ozon stammen

# Schwarze Heckenkirsche (schwarzes Geissblatt)

*Lonicera nigra* L.

Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

→ Verrötung durch Ozon an älteren Blättern tritt häufig zusammen mit → Pilzinfektionen auf.

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	3b	Guferwald	(+)	-	+
SG	2a	Stuelegg, Waldrand	-	-	-



FL, Triesenberg, Guferwald, 2008: Verrötung, vergrössert, → abiotische Ursache, Ozon sehr wahrscheinlich

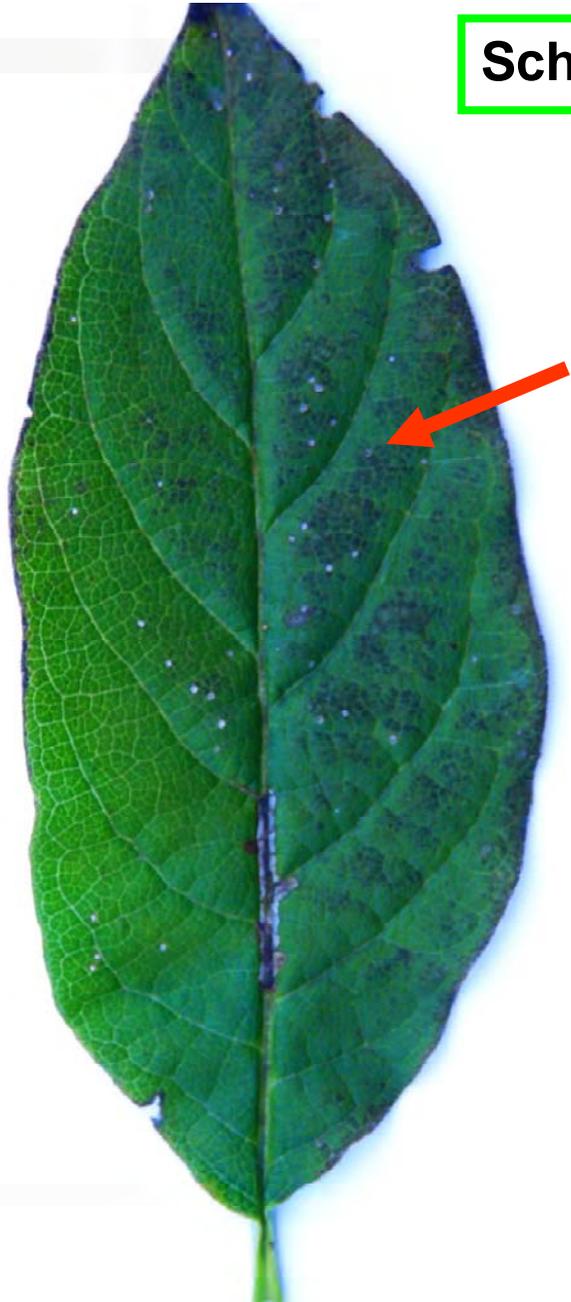


Stuelegg, SG, Waldrand, 2008:

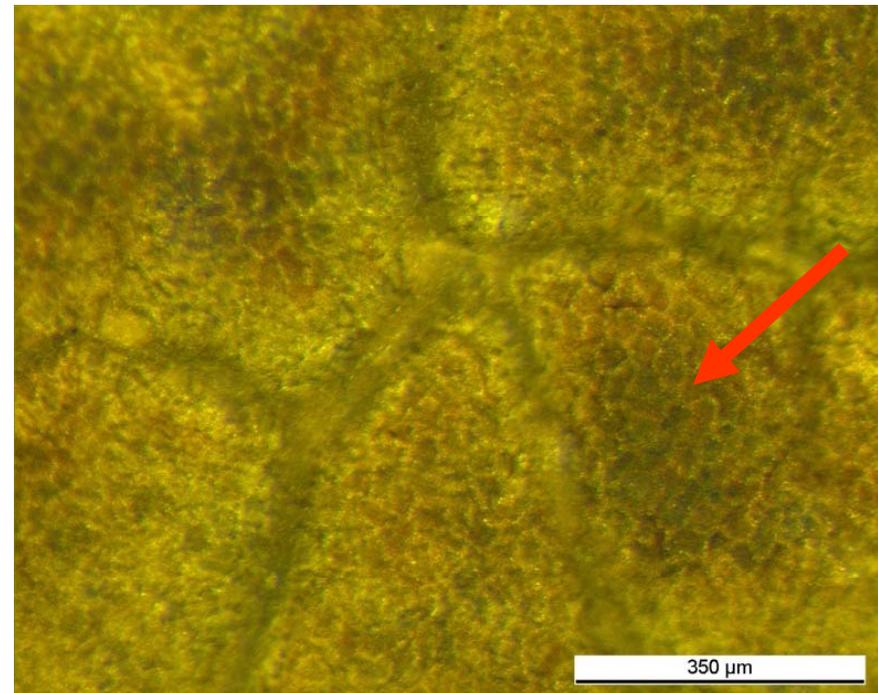
Die ozonähnlichen Symptome stammen hier von einer → Pilzinfektion (biotische Ursache), erkennbar durch die weisslichen Punkte und in der Vergrösserung durch das Hyphengeflecht auf der Blattoberseite.

## Schwarze Heckenkirsche (schwarzes Geissblatt)

FL, Guferwald, 2011



Verrötung, vergrößert, → abiotische Ursache,  
Ozon sehr wahrscheinlich



# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

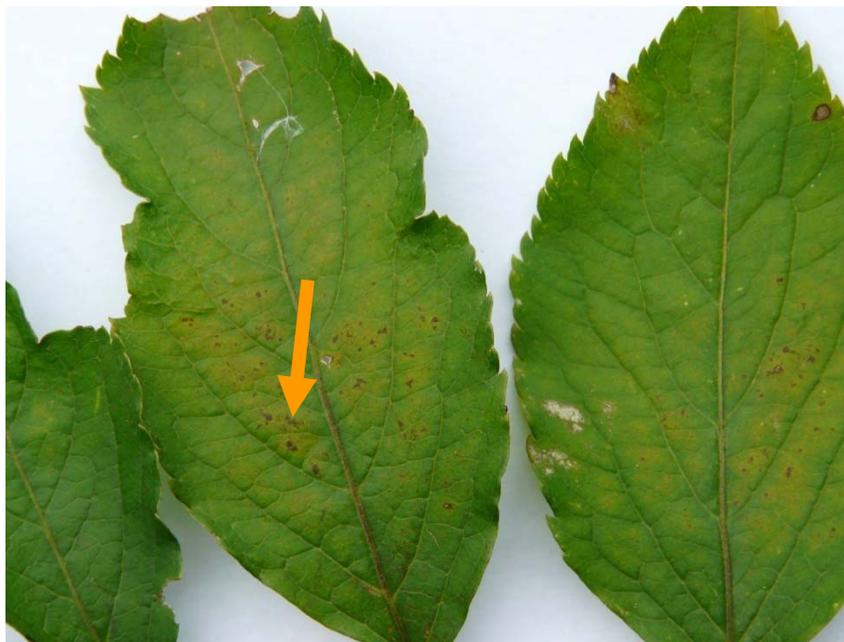
## Schwarzer Holunder

### *Sambucus nigra L.*

Obwohl die Symptome denjenigen von Ozon ähnlich sehen, waren die Flecken im Jahr 2008 & 2009 assoziiert mit einer → Pilzinfektion und (untypisch für Ozon) unabhängig von der Beschattung. Und mit Randnekrosen. Die Zuordnung der Symptome zu Ozon war deshalb nicht möglich.

### Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	1	Sandteil			+
FL	2	Unterforst	-	-	+
GL	1	2008, Feldbach, 2009, Auli	-	-	
GL	3	2008 Schlatt, 2009 Büttenen	-	-	
SG	1	St. Gallen Rohrschacherstr.	-	-	-
SG	2a	Stuelegg, Waldrand			(+)



Triesen, FL, Unterforst, 2008



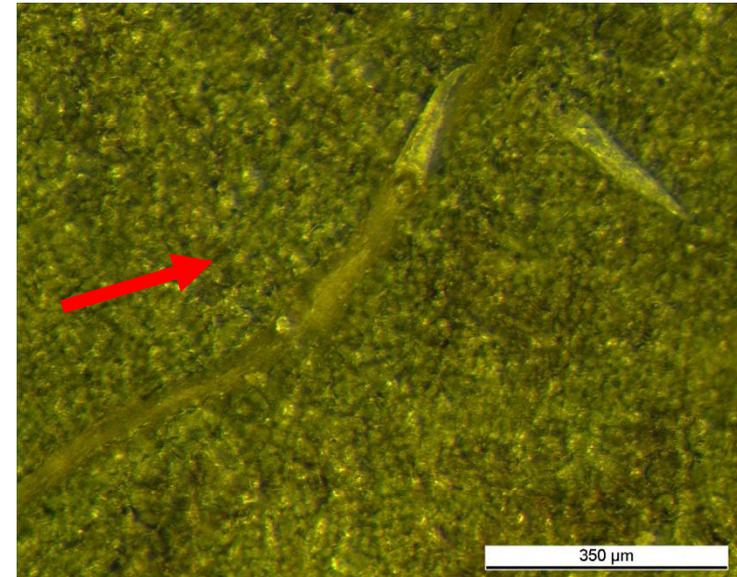
St. Gallen, Rohrschacherstr., 2009

## Schwarzer Holunder

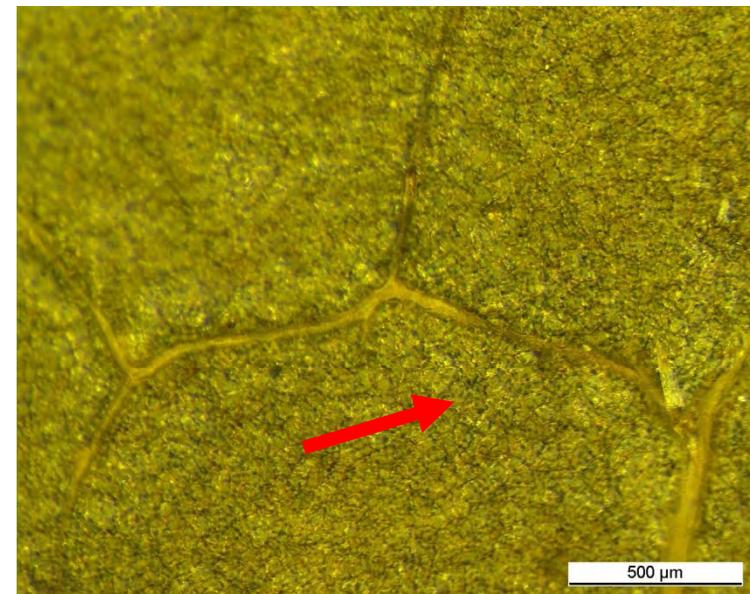


**SG, Stuelegg, Waldrand, 2011**

Charakteristische Vergilbung/Verbräunung, durch Ozon, welche sich bei älteren Blättern zu → Nekrosepunkten entwickelt. Keine Pilzinfektion in der Vergrößerung rechts.



**FL, Sandteil, 2011**



**FL, Unterforst, 2011**

© Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

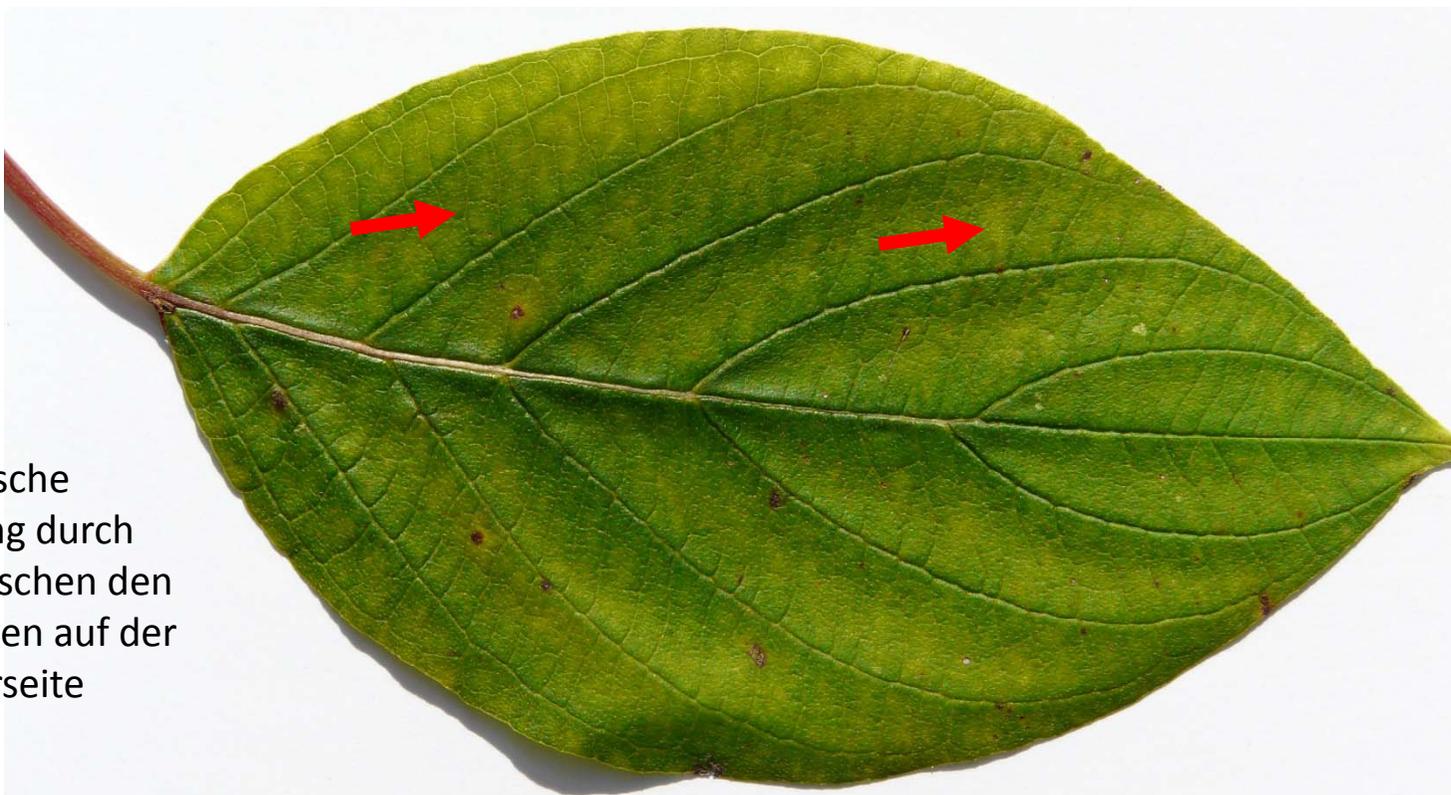
**Seidiger Hornstrauch**

Zierstrauch aus Nordamerika, verwildert oder eingebürgert

*Cornus serices* L.

**Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -**

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
ZH	1	Zürich, Witikon			+



→ abiotische  
Vergilbung durch  
Ozon zwischen den  
Blattnerven auf der  
Blattoberseite

# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

## Spierling

*Sorbus domestica* L.

Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

Kanton Höhe Standort

2008 2009 2011

ZH

1

Zürich, Botanischer Garten

+

-

+

→ Verbräunung durch Ozon, zunehmend mit dem Blattalter am Fiederblatt und am Zweig (von links nach rechts), → Schatteneffekt, ganz links junges Blatt ohne Symptome



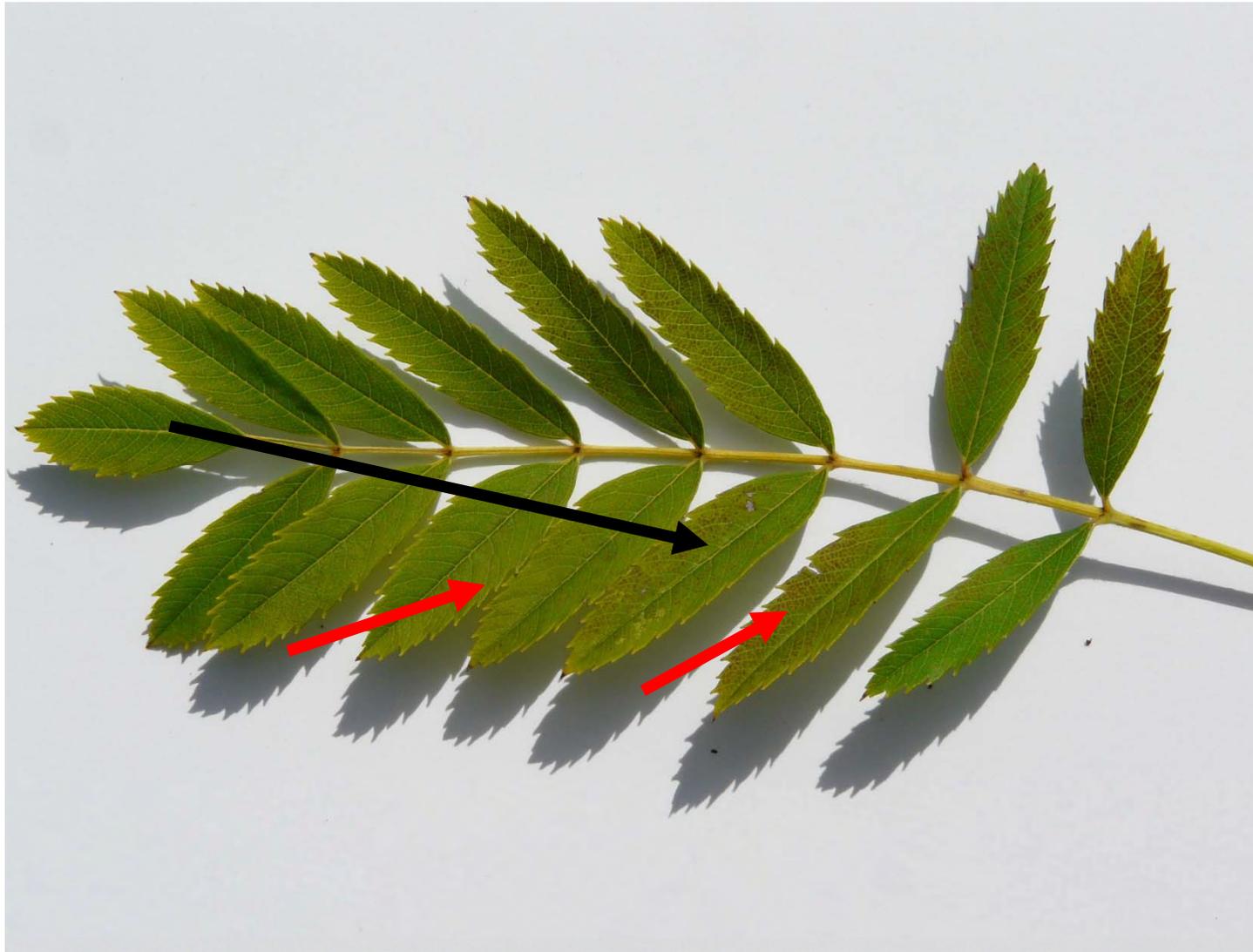
Verbräunung durch Ozon

→ auf der Blattoberfläche vergrössert

Zürich, Bot. Garten, 2008



## Spierling



→ Verbräunung  
durch Ozon,  
→ zunehmend mit  
dem Blatalter am  
Fiederblatt

Zürich, Bot. Garten, 2011

# Stieleiche

*Quercus robur L.*

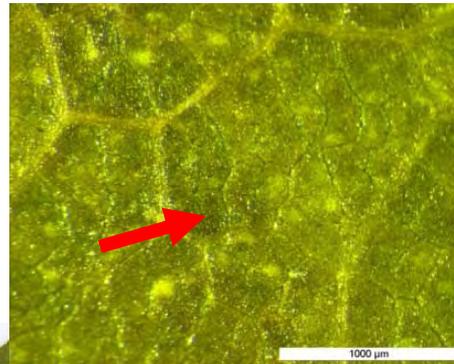
Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
GL	2a	2008, Facht	-		
GL	2b	2008, Fachtegg	-		
SG	2a	Stuelegg, Waldrand	-	-	-
AR	3	Farnbüel	+		+
ZH	1	Zürich, Botanischer Garten	(+)	-	(+)



**AR, Teufen, Farnbüel 2008**

Schwache Ozonsymptome  
 → hellgrüne bis bräunliche Punkte/Verfärbung zwischen den Nerven



Blattoberfläche vergrößert  
 schwache abiotische  
 → Verbräunung



Pilzinfektion, welche zu Randnekrosen führt → Pilzpusteln am Rand der Nekrosen.



**Zürich, Bot. Garten, 2009, dominierende Pilzinfektion**





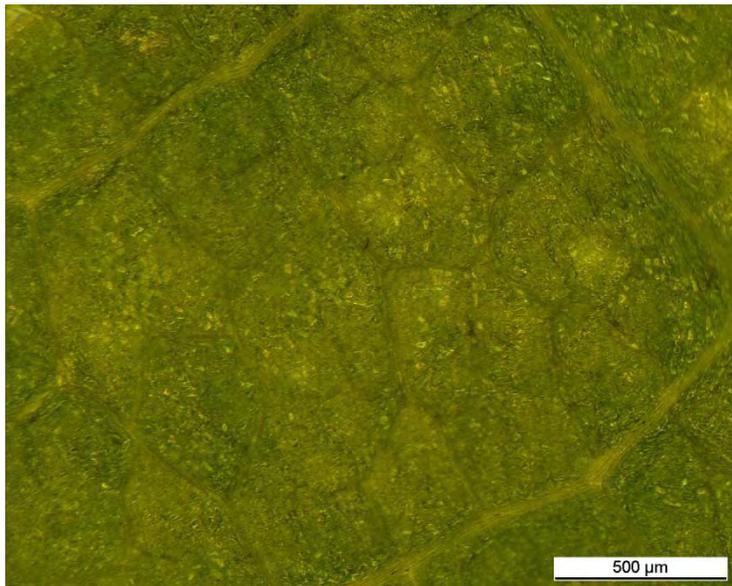
Zürich Bot. Garten, 2011 (x)

© Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL



# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

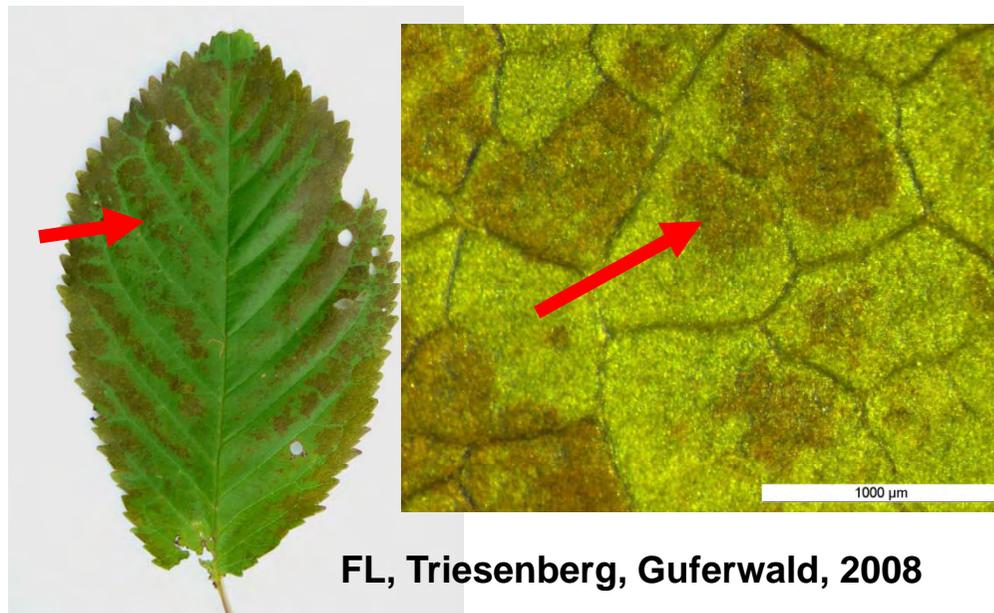
<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

## Süsskirsche

*Prunus avium L.*

**Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -**

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	1	Sandteil	(+)	-	+
FL	2	Unterforst	(+)	-	+
FL	3a	Sütigerwies	(+)	+	-
FL	3b	Guferwald	+	-	+
GL	1	Feldbach 2008	-		
GL	2a	2008, Facht	-		
SG	2a	Stuelegg, Waldrand	-	-	(+)

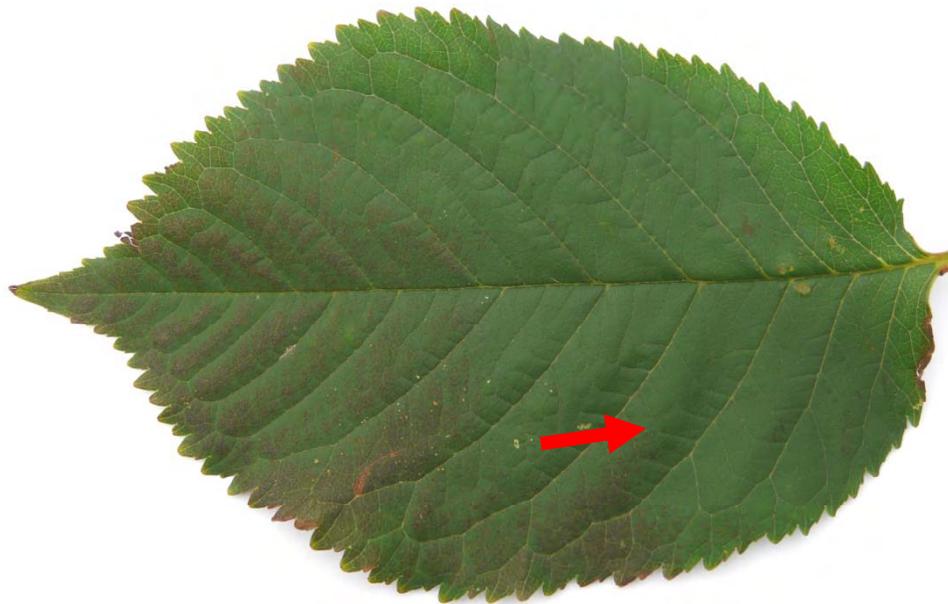


FL, Triesenberg, Guferwald, 2008

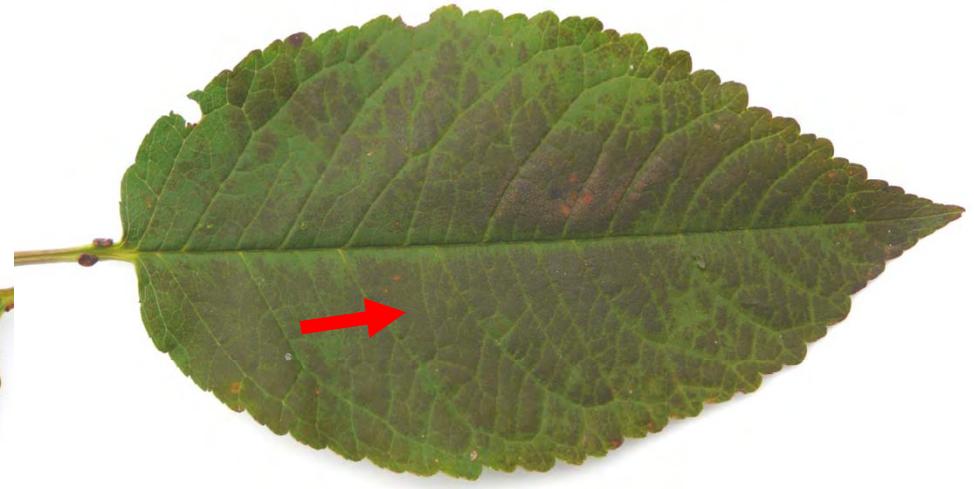
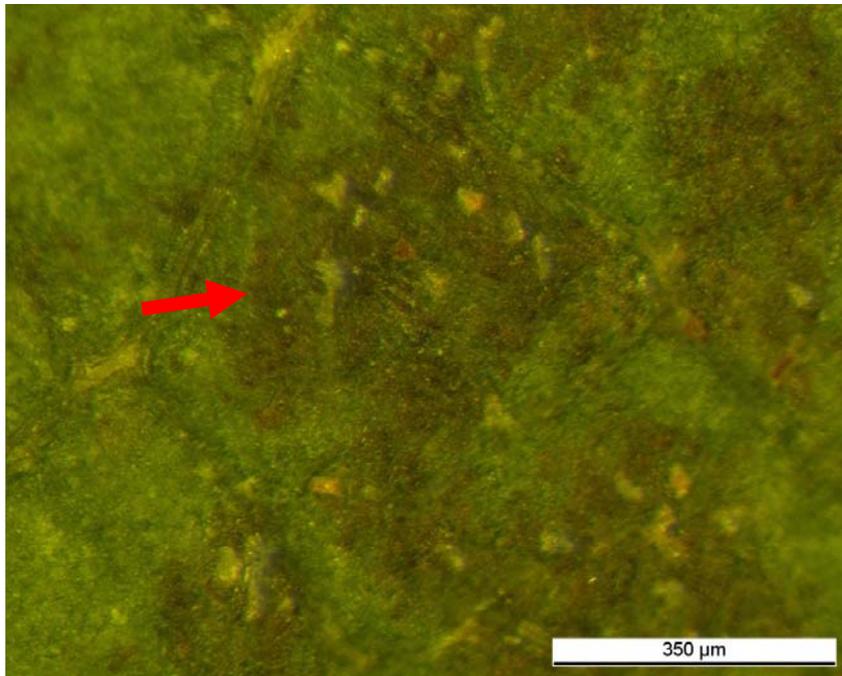
Verbräunung durch Ozon → auf der Blattoberseite



Triesenberg, FL, Sütigerwies, 2009



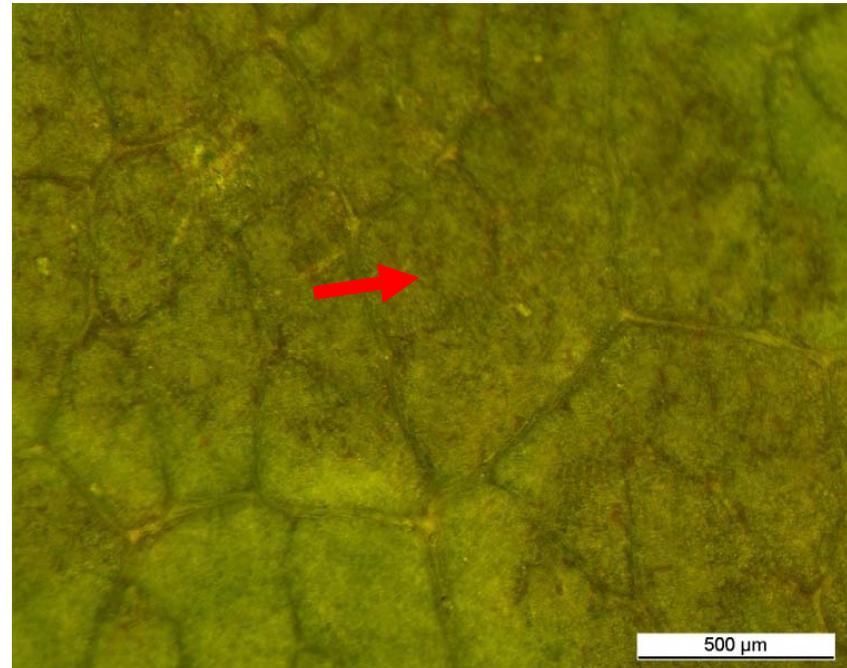
**FL, Sandteil, 2011**



**Süsskirsche**

Verbräunung durch Ozon  
→ auf der Blattoberseite

**SG, Stuelegg, Waldrand, 2011**



# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

## Traubeneiche

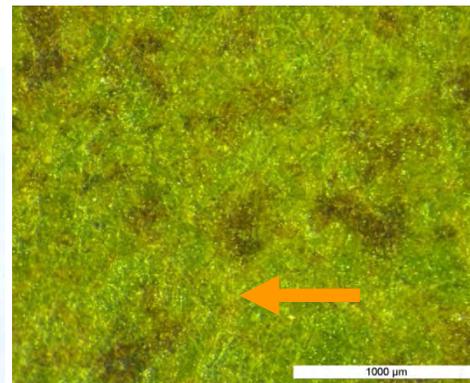
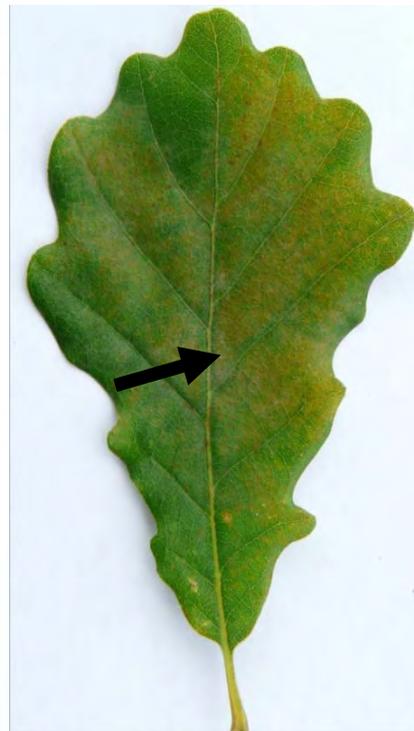
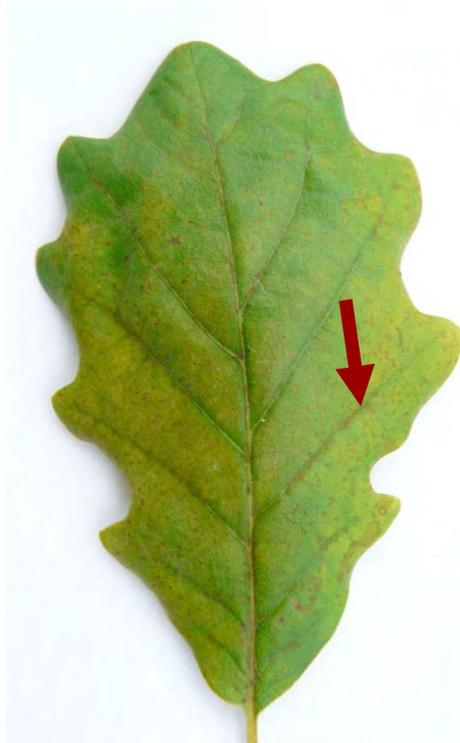
*Quercus petraea (Matt.) Liebl.*

**Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -**

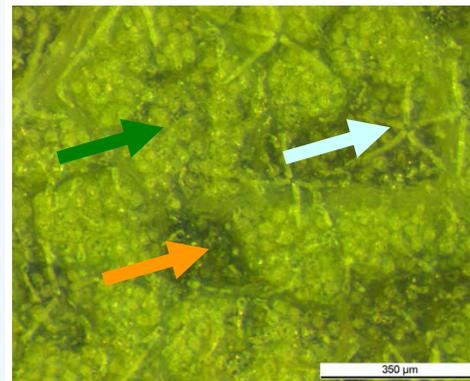
Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	2	Unterforst	-	-	(+)
FL	3a	Sütigerwies			-
FL	3b	Guferwald	-	-	-

Obwohl die Symptome denjenigen von Ozon ähnlich sehen, spricht Folgendes gegen Ozon:

Die Verbräunung umfasst auch die → Blattnerve, geht durch bis auf die Blattunterseite und die → weisslichen Flecken lassen eine frühere Mehltau-Infektion vermuten. Der Verdacht auf eine Pilzinfektion wurde mit der Vergrößerung erhärtet.



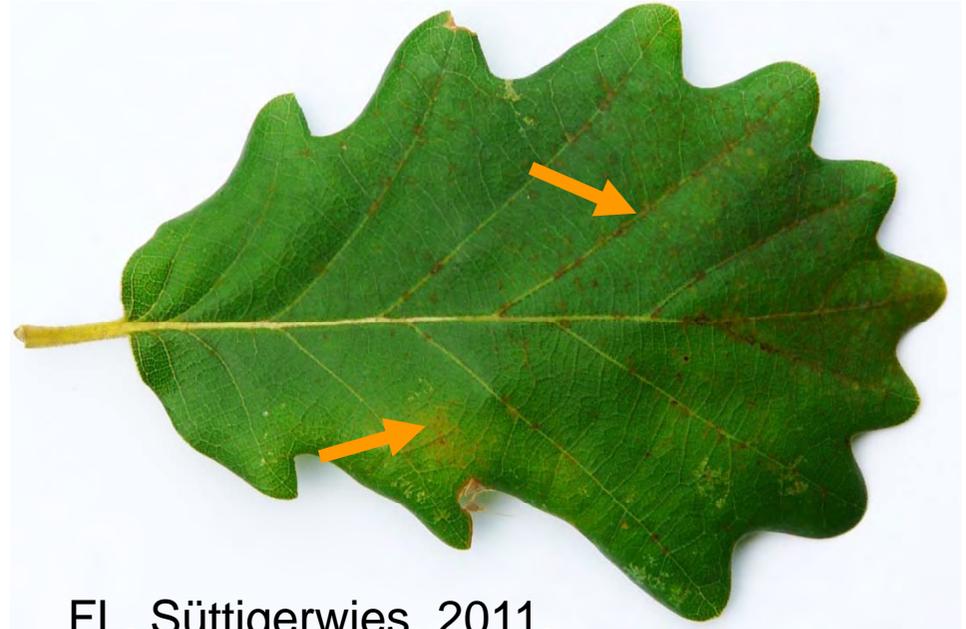
Blattoberfläche  
Vergrössert: → Hyphengeflecht einer Pilzinfektion auf der Blattoberseite,



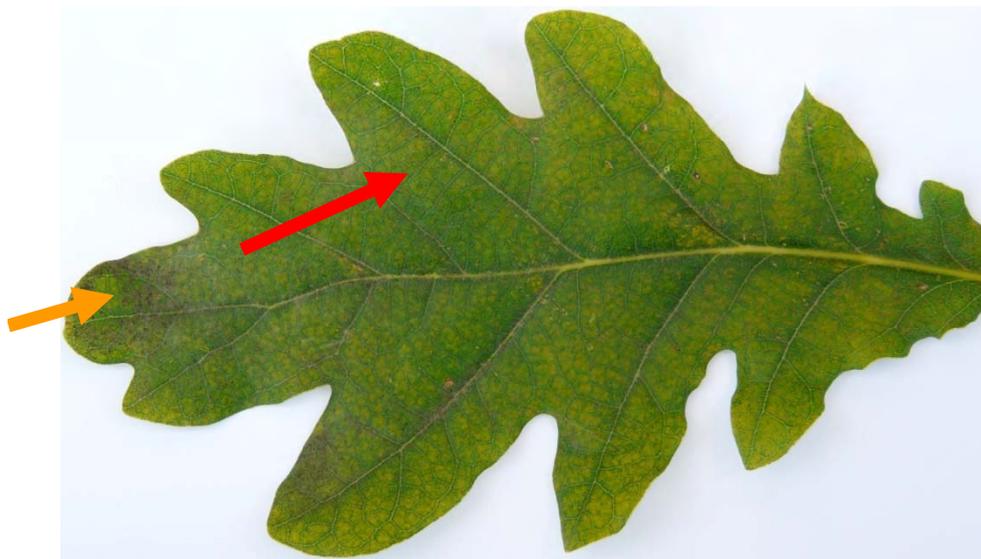
Flecken durchgehend auf die Blattunterseite,  
→ weiss leuchtende Spaltöffnungen und  
→ Sternhaare auf der Blattunterseite

**FL, Triesen, Unterforst, 2008**

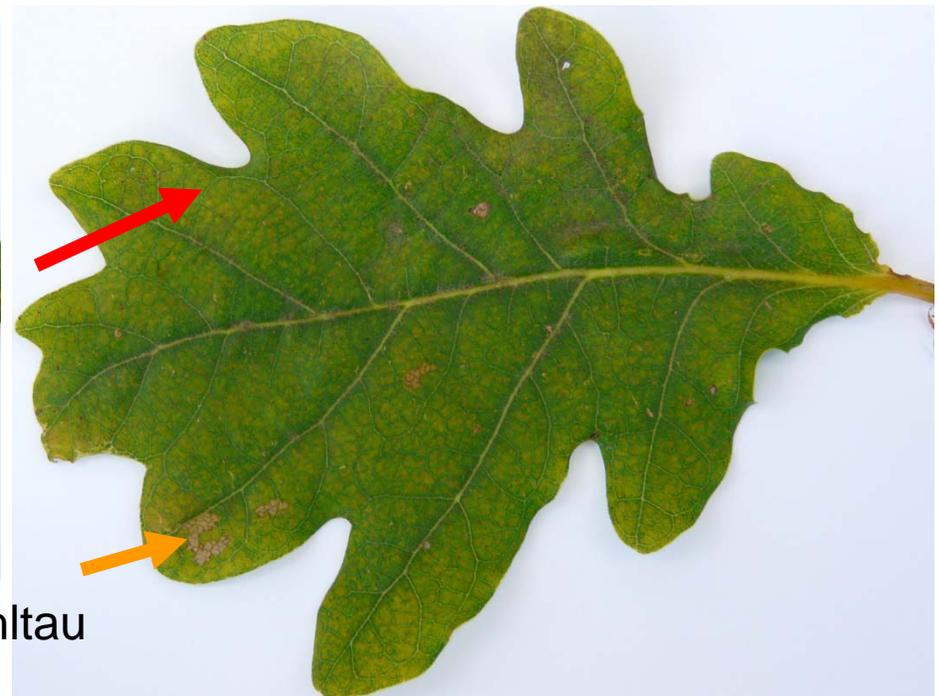
# Traubeneiche



FL, Süttigerwies, 2011,  
→ Mehltau entlang Blattnerven



AR, Farnbüel, 2011 → Ozon, → wenig Mehltau

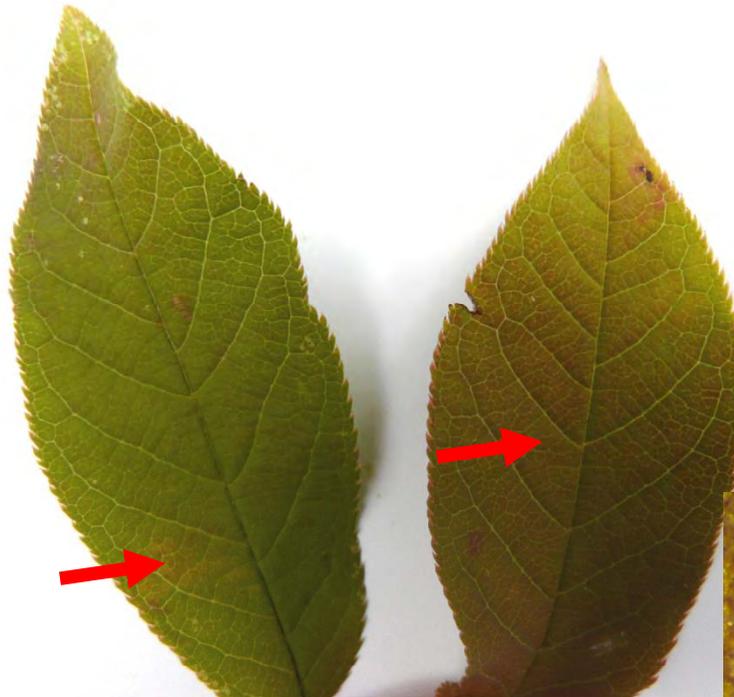
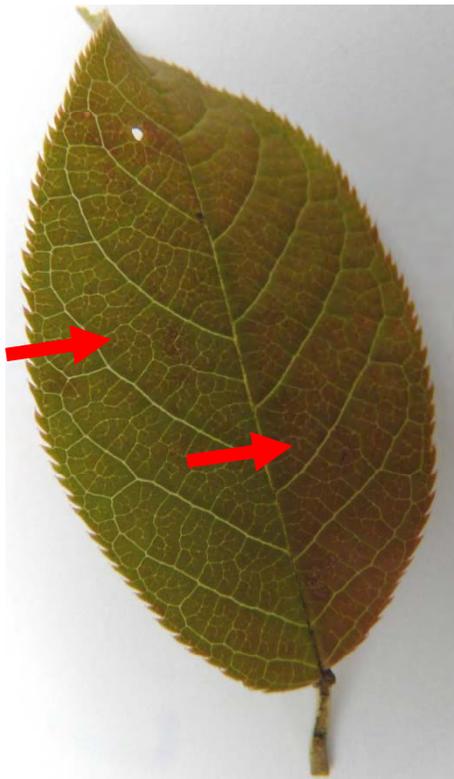


# Traubenkirsche

*Prunus padus L.*

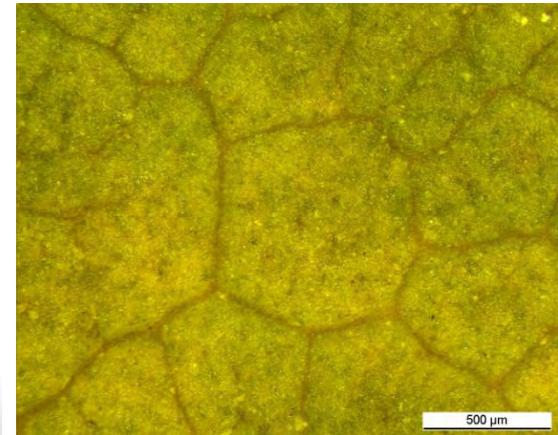
Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
SG	1	St. Gallen Rohrschacherstr.	-	+	+



Verrötung/Verbräunung durch Ozon  
→ auf der Blattoberseite

St. Gallen, Rohrschacherstr., 2009



St. Gallen, Rohrschacherstr,  
2011



# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

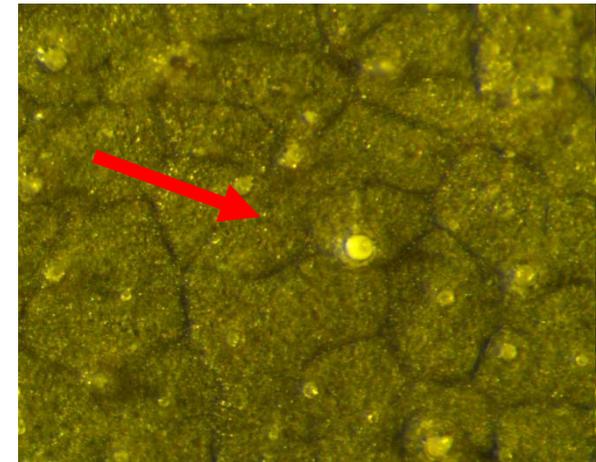
## Berg-Ulme

*Ulmus glabra* Huds.

→ Verbräunung durch Ozon

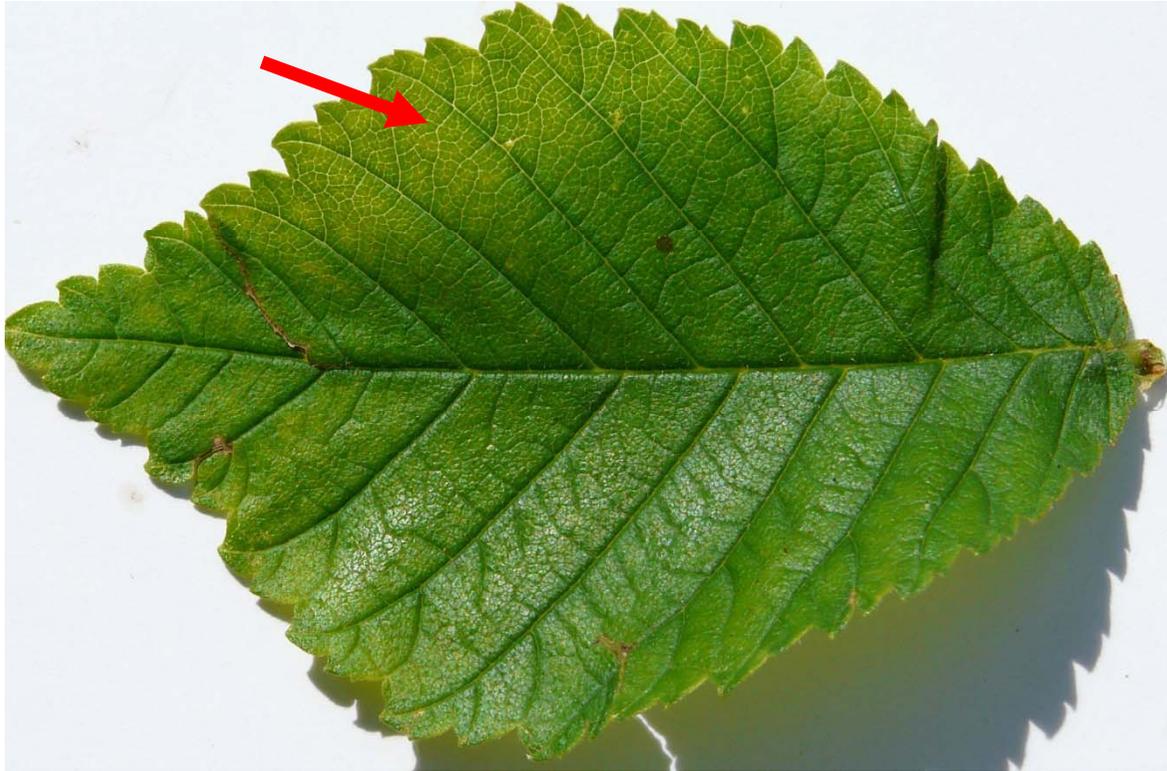
**Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -**

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	3a	Sütigerwies			(+)
FL	3b	Guferwald	-	(+)	
GL	1	2009, Auli		-	
ZH	2	Zürich, Witikon			-



Triesenberg, FL, Guferwald, 2009

## Berg-Ulme



→ Vergilbung / Verbräunung durch Ozon

**FL, Sütigerwies, 2011**

# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

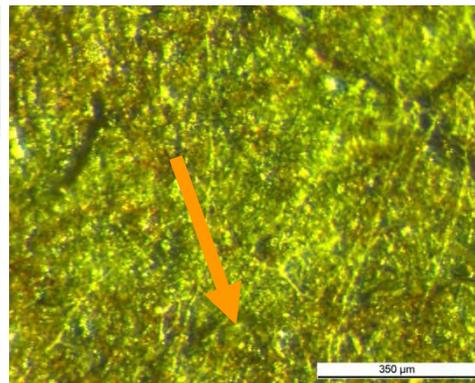
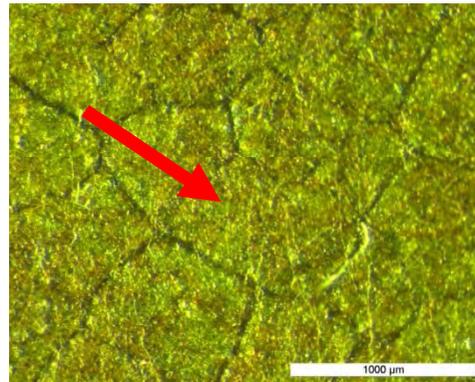
Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

## Vogelbeerbaum, Eberesche

*Sorbus aucuparia L.*



- ozonbedingte Verbräunung zwischen den Nerven ist in der Vergrösserung unabhängig von den vorhandenen
- Pilzhyphen (weiss glänzend)

**FL, Triesenberg, Sütigerwies, 2008**

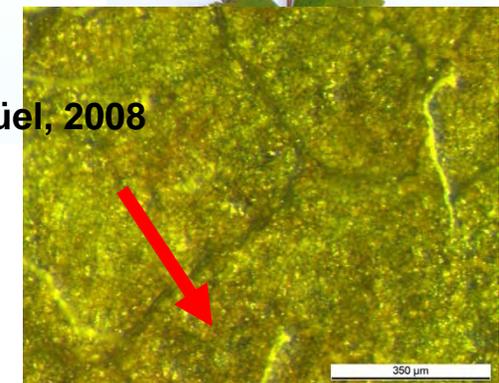
**Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -**

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	1	Sandteil	-	-	+
FL	3a	Sütigerwies	(+)	+	+
FL	3b	Guferwald	-	-	
GL	1	2008, Feldbach	-		
GL	3	2008 Schlatt	-		
SG	2b	Stuelegg, Hecke			+
AR	3	Farnbüel	+		-



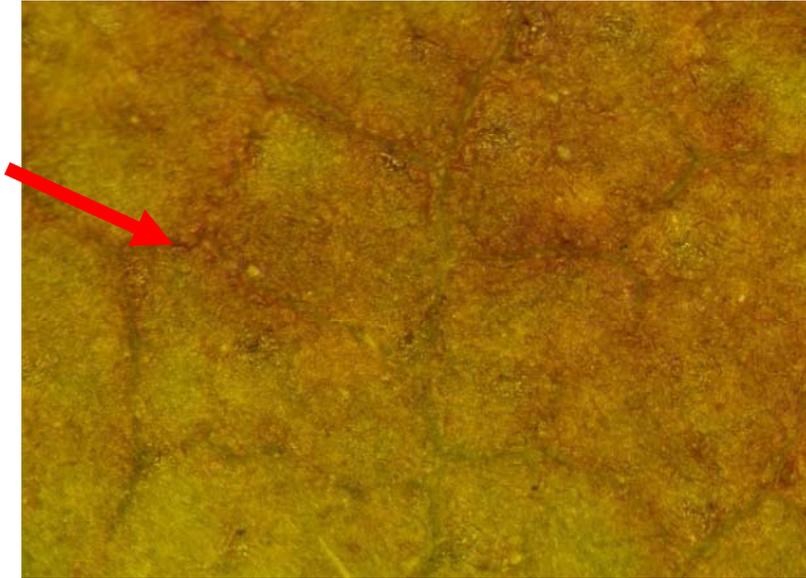
**Teufen, AR, Farnbüel, 2008**

- Verbräunung durch Ozon, ohne Pilzhyphen,
- Schatteneffekt

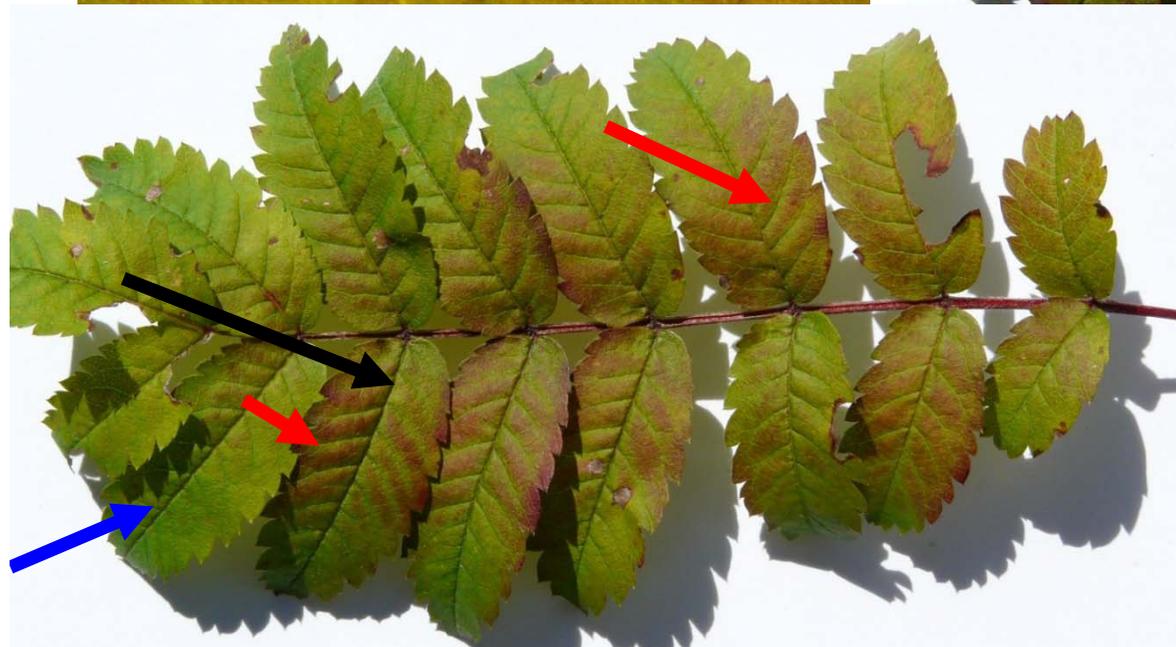


# Vogelbeerbaum, Eberesche

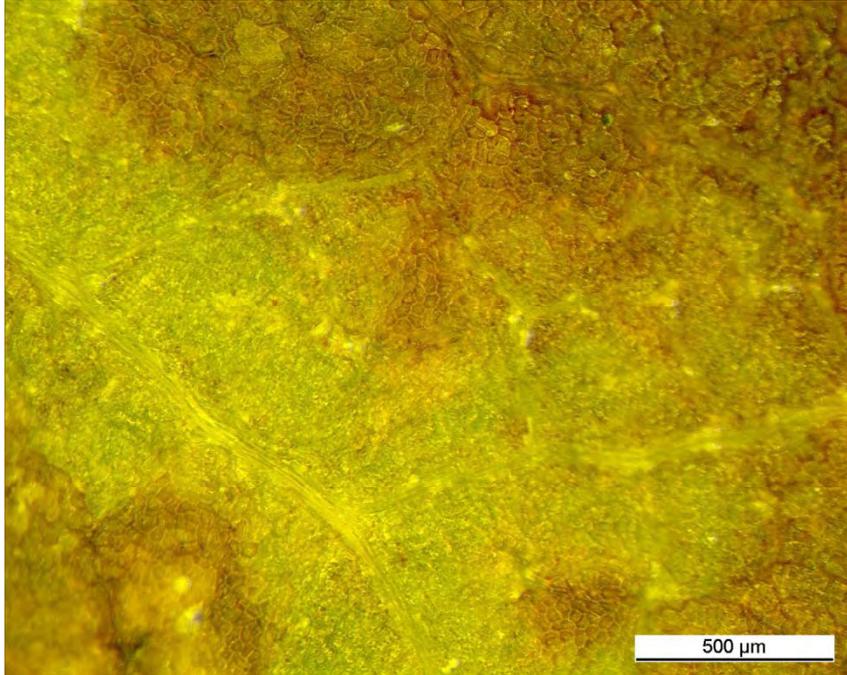
FL, Sütigerwies, 2011



→ Verbräunung durch Ozon vergrößert



→ Verbräunung durch Ozon, → zunehmend mit dem Blattalter → Schatteneffekt



SG, Stuelegg, Hecke, 2011



# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

## Wald-Föhre

*Pinus sylvestris* L.

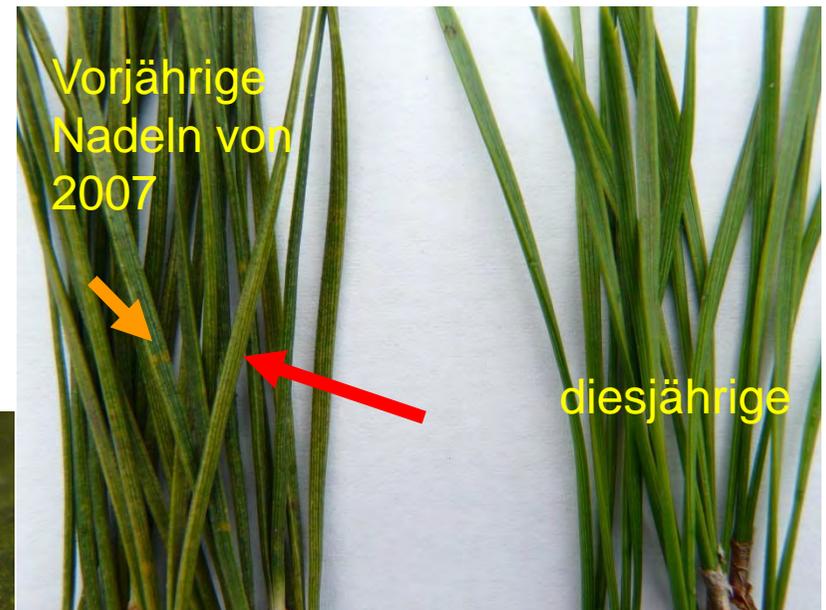
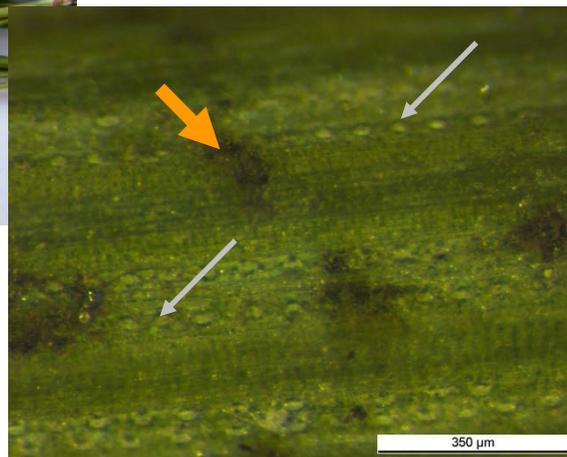
Ozonsymptome treten auf Koniferennadeln an der sonne-exponierten Baum-, Zweig- und Nadelseite als hellgrüne Punkte (Mottling) auf, zunehmend mit dem Nadelalter. Die beobachteten → Ozonsymptome von 2008 sind deshalb auf den Nadeln von 2007 sichtbar, → die beschattete Nadelseite ist grüner. Auf der Vergrößerung sind aber auch diverse → Pilzhyphen und damit assoziierte → Flecken auf den Nadeln zu sehen. Letztere werden oft mit Ozonsymptomen verwechselt. Inwiefern die Pilzflecken zum Ozon-Mottling beitragen ist noch wenig untersucht.

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	1	Sandteil	+	-	+



Vorjährige Nadeln

- Pizinfektion auf der Nadeloberfläche einer vorjährigen Nadel
- Spaltöffnungen



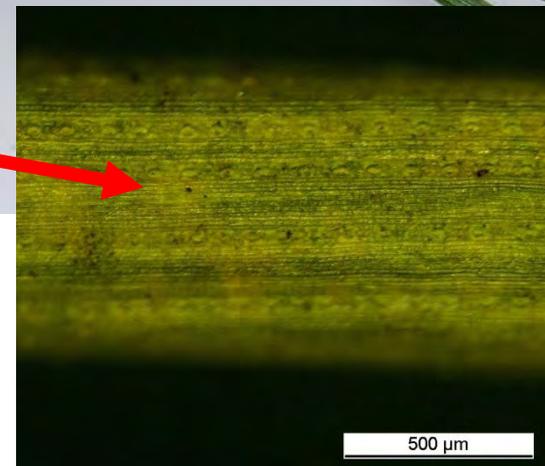
- Diffuses Mottling auf vorjährigen Nadeln,
- fehlend auf beschatteten Nadelseiten

FL, Triesen, Sandteil, 2008

## Wald-Föhre



FL, Sandteil, 2011, hellere Punkte an vorjährigen Nadeln  
auf der sonne-exponierten Nadelseite



# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

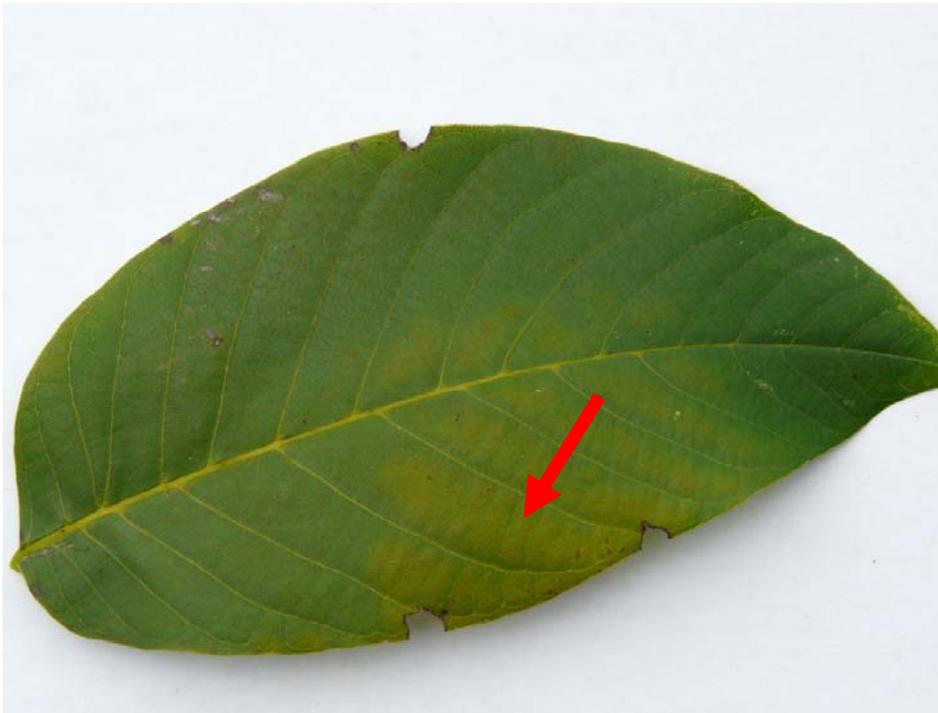
Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

## Walnussbaum

<i>Juglans regia L.</i>	Kanton	Höhe	Standort	Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -		
				2008	2009	2011
	FL	1	Sandteil	-	-	-
	FL	2	Unterforst	(+)	-	(+)
	GL	1	Feldbach	-	-	-
	GL	1	2008, Feldbach	-	-	-
	ZH	2	Zürich, Witikon	-	-	+

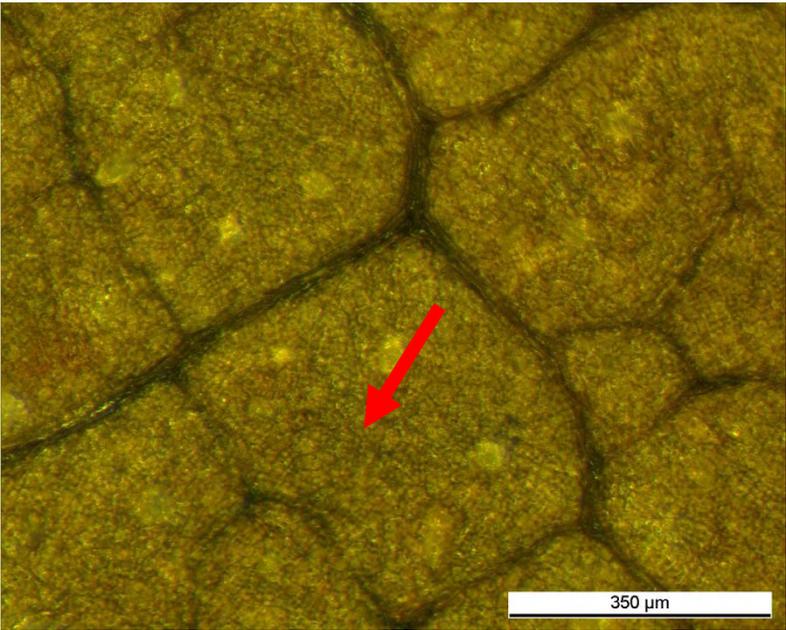
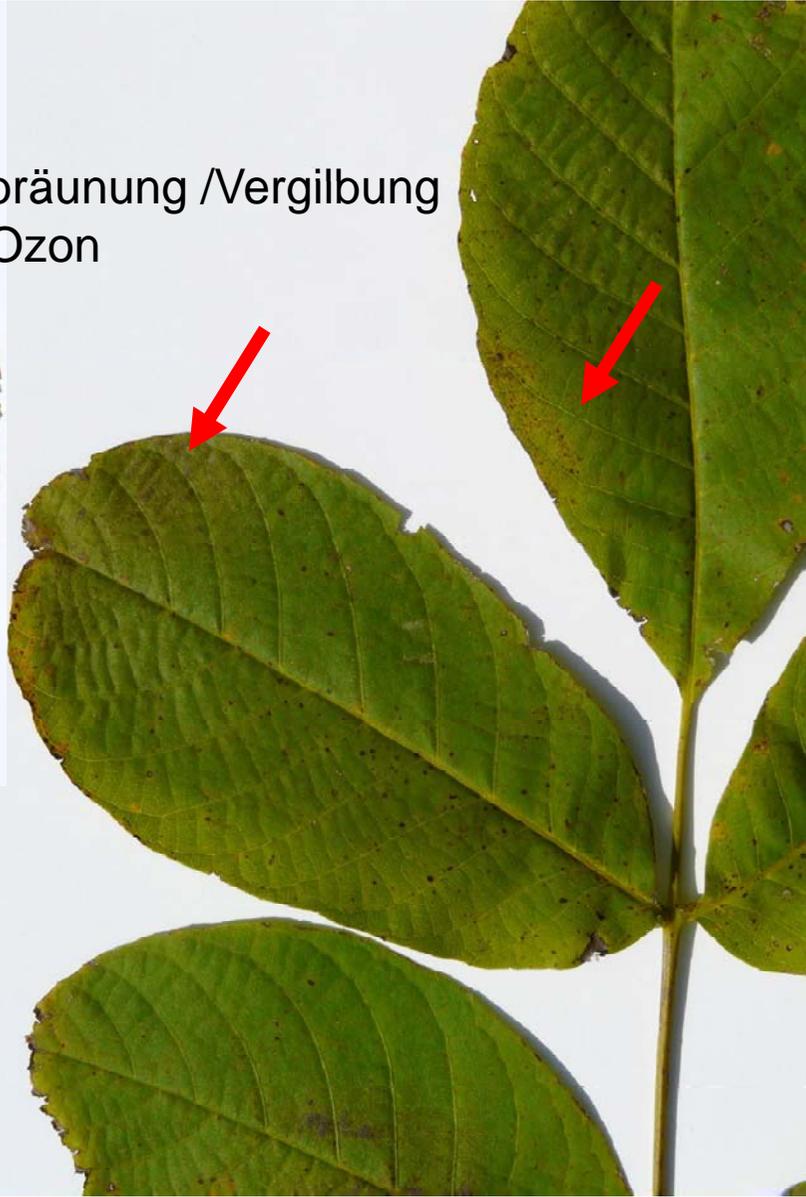
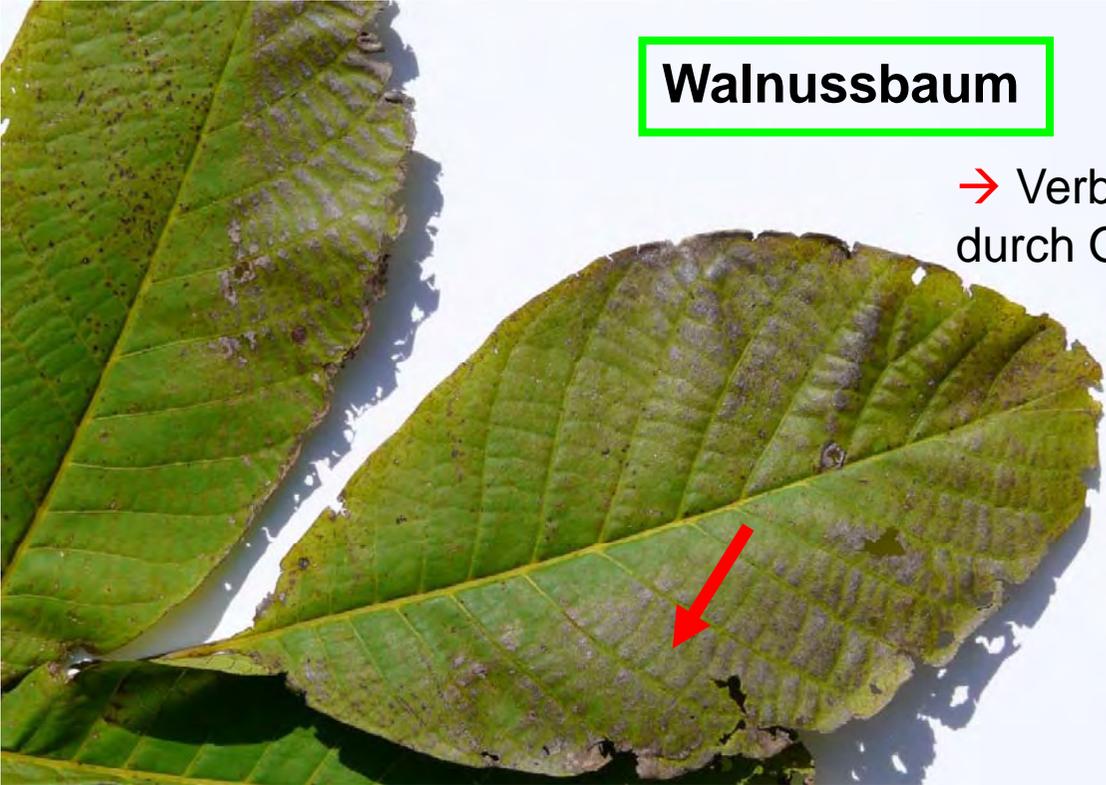


→ Verbräunung /Vergilbung durch Ozon an sonne-exponierten Blattteilen

Triesen, FL, Unterforst, 2008

**Walnussbaum**

→ Verbräunung / Vergilbung durch Ozon



→ vergrößert

**Zürich, Witikon, 2011**

## © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

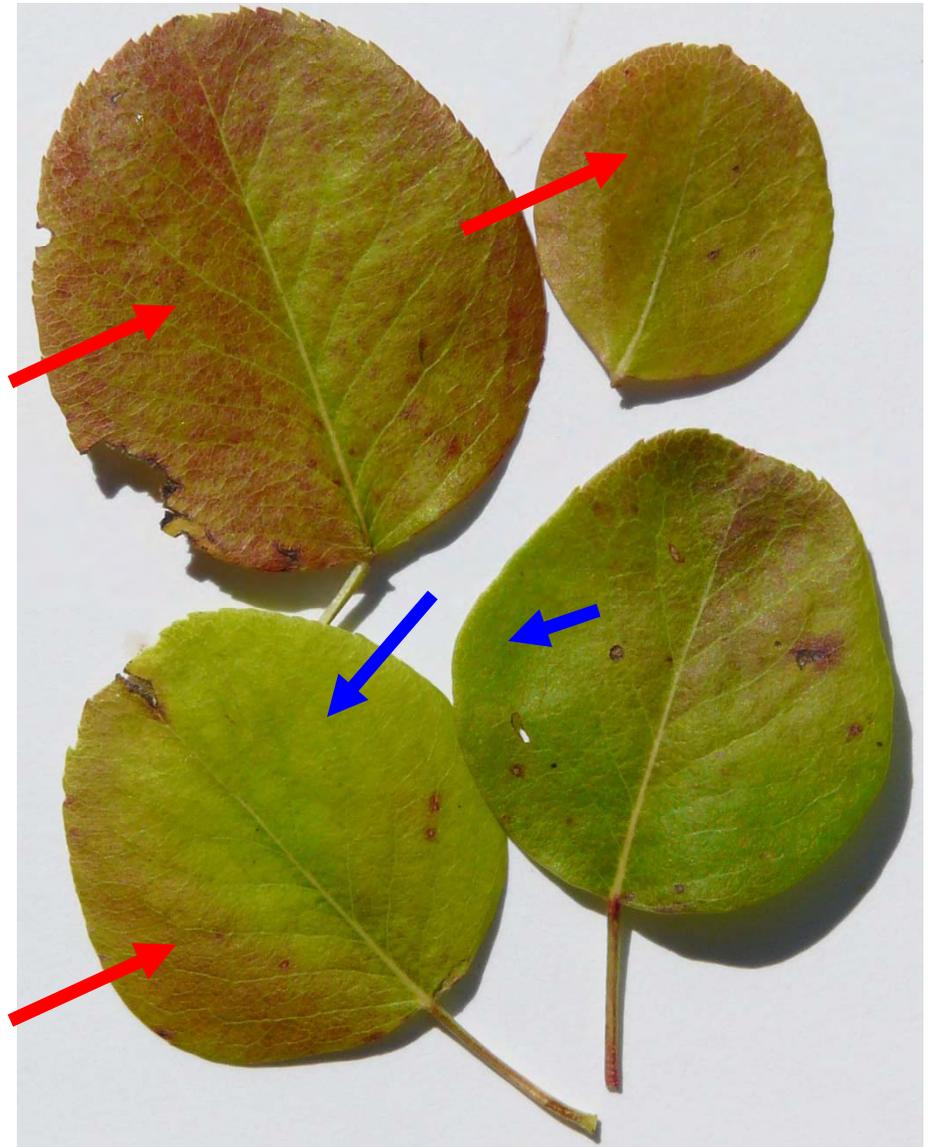
<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

### Wildbirne

*Pyrus pyraster* (L.) Burgst.

Verbräunung/Verrötung durch Ozon → auf der Blattoberseite,  
→ Schatteneffekt

**FL, Sütigerwies, 2011**



# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

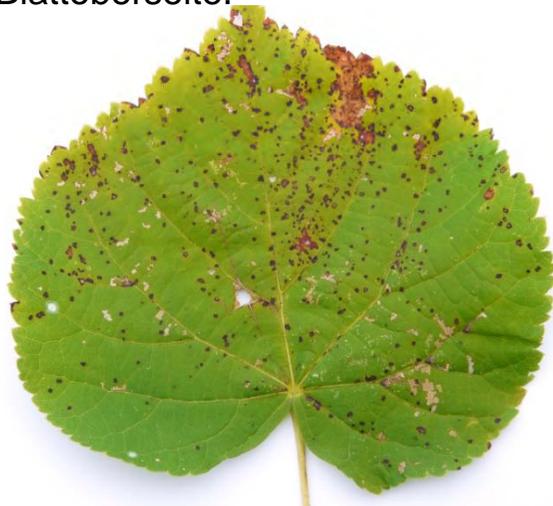
## Winter-Linde

*Tilia cordata* Miller

Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

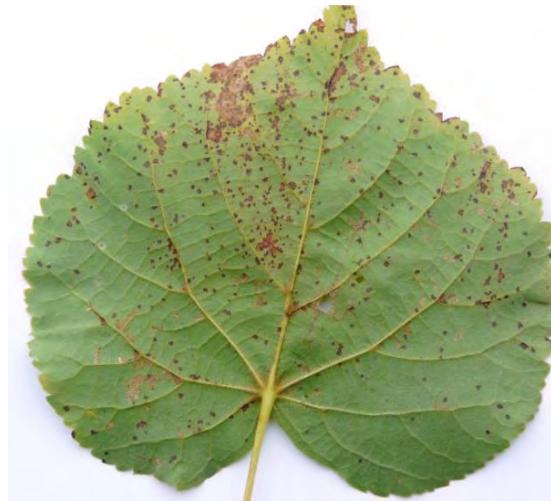
Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
GL	2a	2008, Facht	-		
GL	2b/2	2008, Fachtegg / 2009 Staldengarten	-		
ZH	2	Zürich, Witikon	(+)	-	+

→ Pilzinfektion mit scharf begrenzten braunen Flecken ohne Abhängigkeit vom Licht und durchgehend auf die Blattunterseite, im Gegensatz zur schwachen diffusen Verbräunung durch das Gas Ozon an der besonnten Blattoberseite.



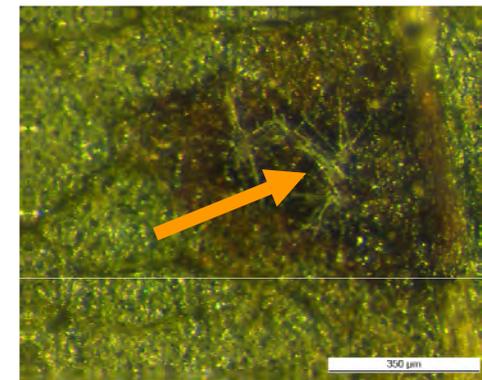
Blattoberseite

Zürich, Fluntern, 2008



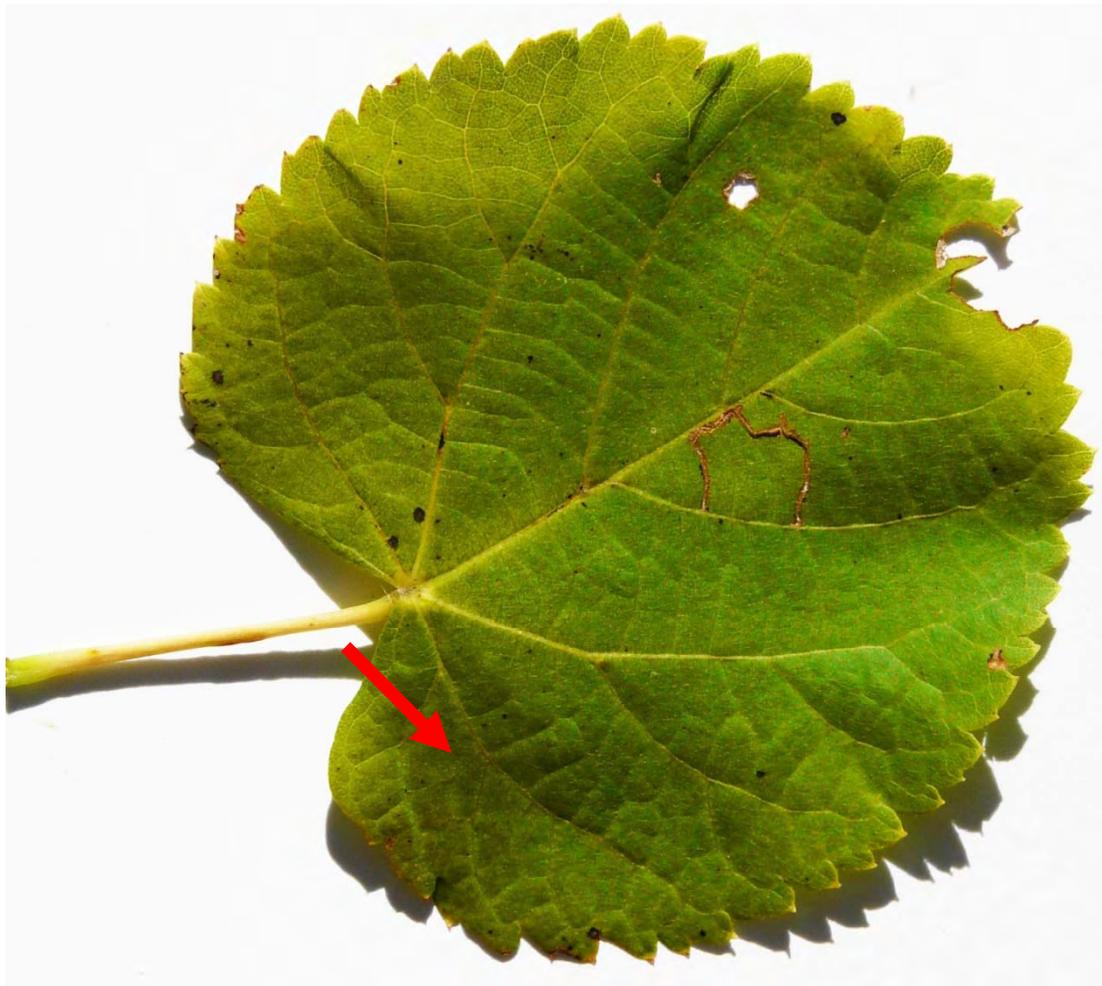
Blattunterseite

Rechts Pilzflecken → auf der Blattoberseite vergrössert

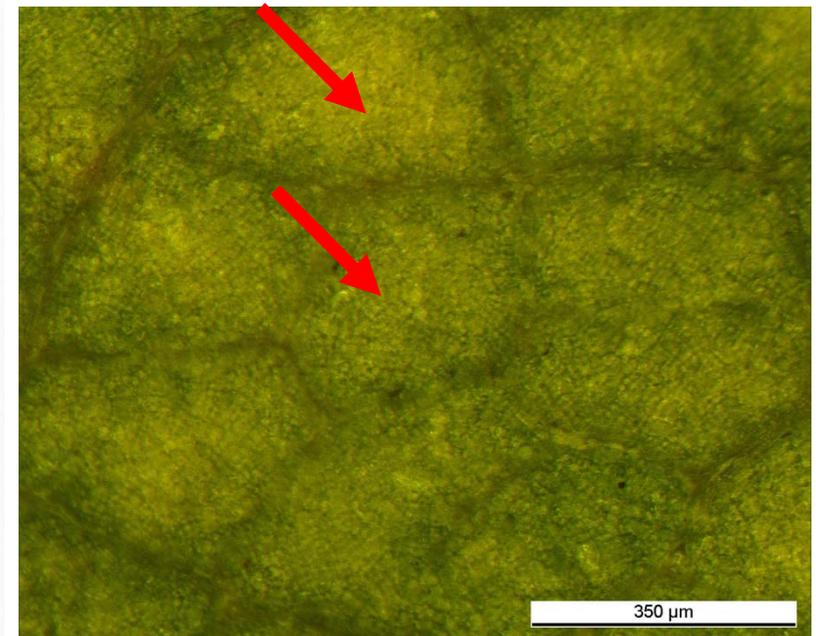


## Winter-Linde

Keine erkennbare Pilzinfektion in 2011, sodass die → Vergilbung/Verbräunung durch Ozon nicht verschleiert wurde



## Zürich, Fluntern, 2011



# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

## Wolliger Schneeball

*Viburnum lantana L.*

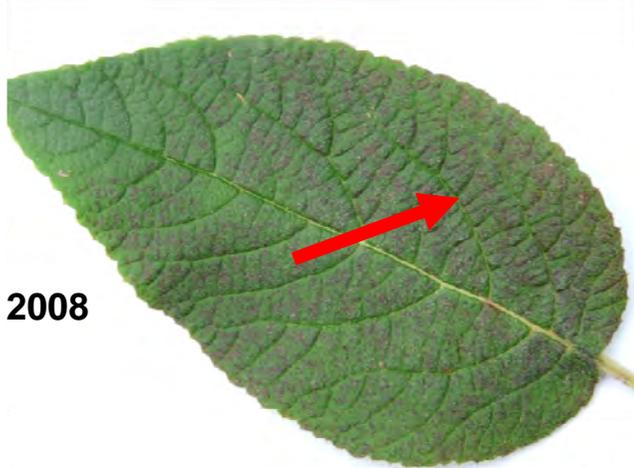
Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
FL	1	Sandteil	-	-	-
FL	2	Unterforst	-	-	(+)
FL	3b	Guferwald	+	-	+
GL	3	2009 Büttenen		(+)	
SG	2a	Stuelegg, Waldrand	+	-	+
SG	2b	Stuelegg, Hecke	(+)	-	+
AR	3	Farnbüel	+	-	+
ZH	1	Zürich, Botanischer Garten	+	+	+
ZH	2	Zürich, Witikon	+	-	-
ZH	3	Zürich, Fluntern	+	+	-

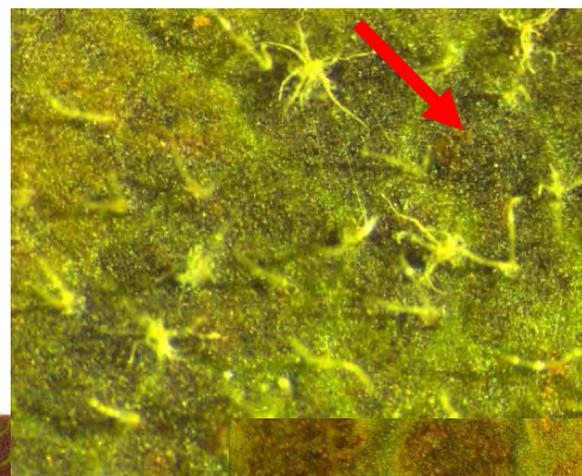
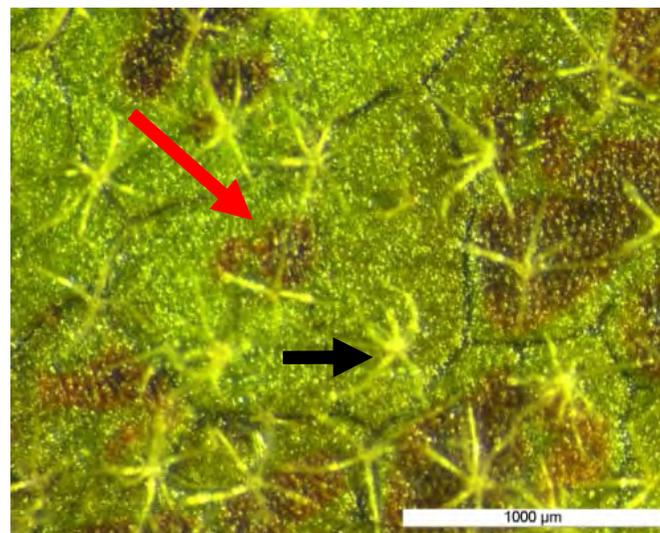
Dieser Strauch ist ein guter und empfindlicher Indikator für Ozon mit Verrötung durch Ozon auf der Blattoberfläche und Schatteneffekt

# Wolliger Schneeball

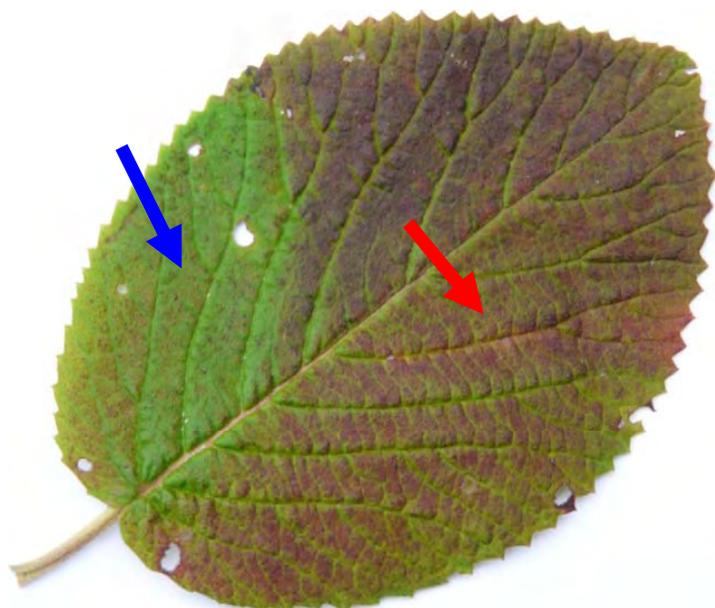
- Verrötung durch Ozon auf der Blattoberfläche,
- Schatteneffekt
- Sternhaare



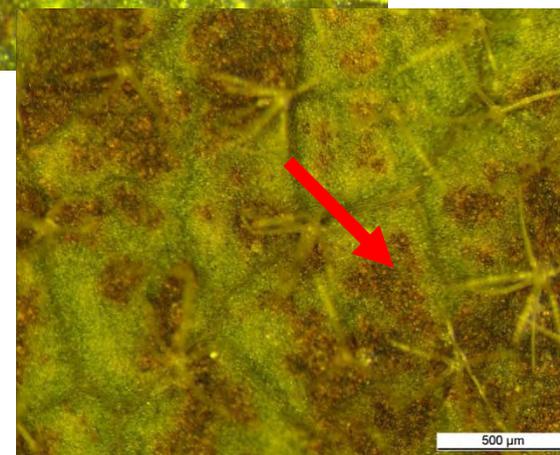
SG, St. Georgen  
Stuelegg Hecke, 2008



Zürich,  
Bot. Garten  
2011



AR, Teufen, Farnbüel,  
2008



# Wolliger Schneeball

Zürich, Bot. Garten,  
2008

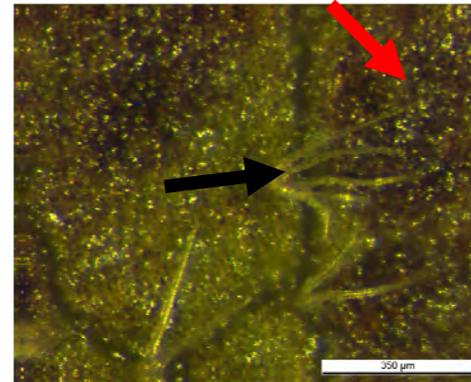
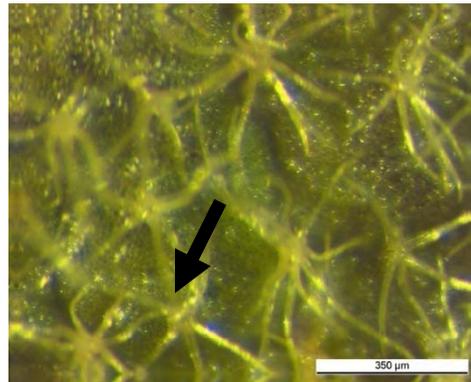
- Verrötung durch Ozon  
auf der Blattoberfläche,
- Schatteneffekt



Blattoberseite  
mit Verrötung

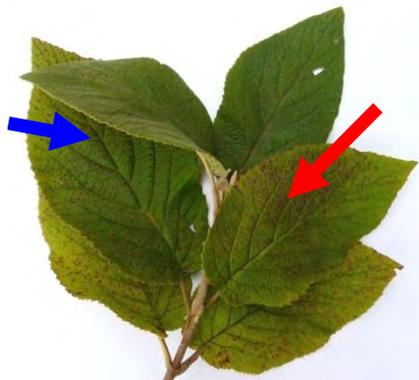


Blattunterseite  
ohne Symptome

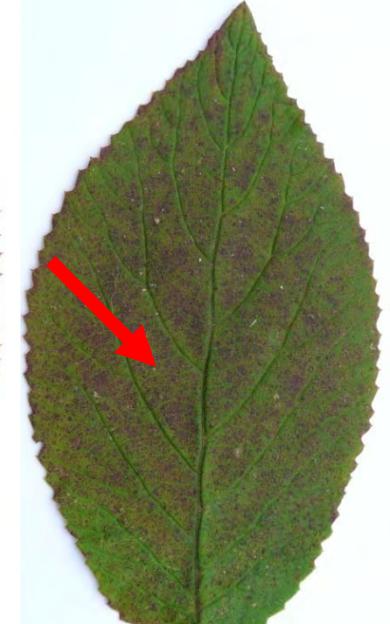
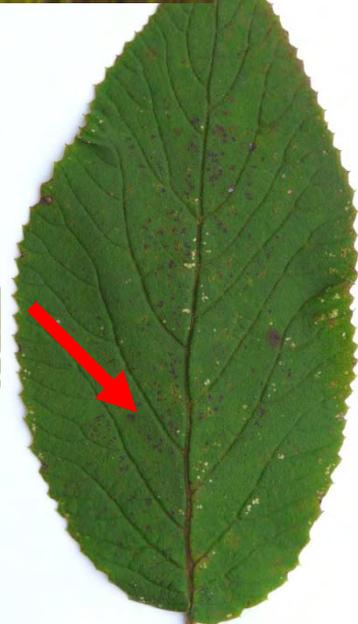
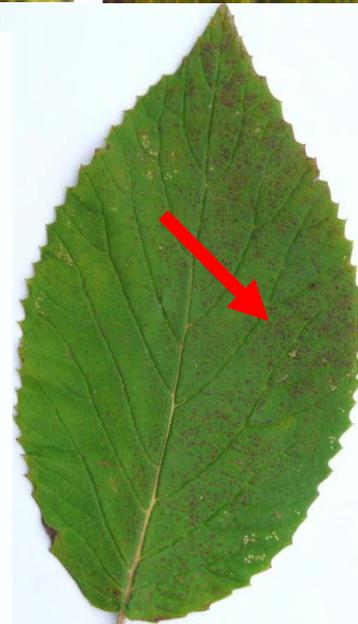


Zürich, Witikon, 2008

→ Sternhaare



Zürich, Fluntern, 2008



Junges Blatt ohne Symptome, Symptome zunehmend mit Blattalter von links nach rechts

## © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

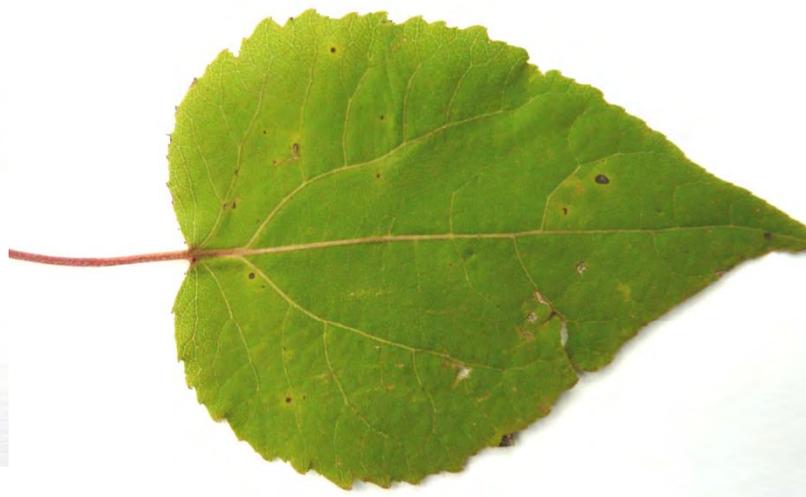
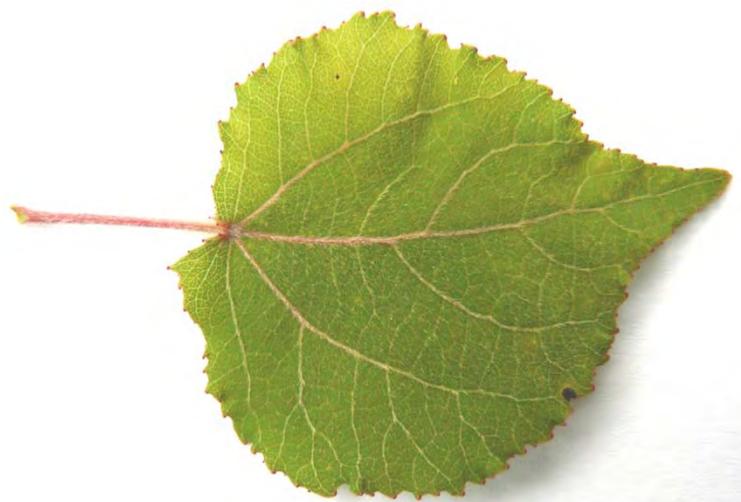
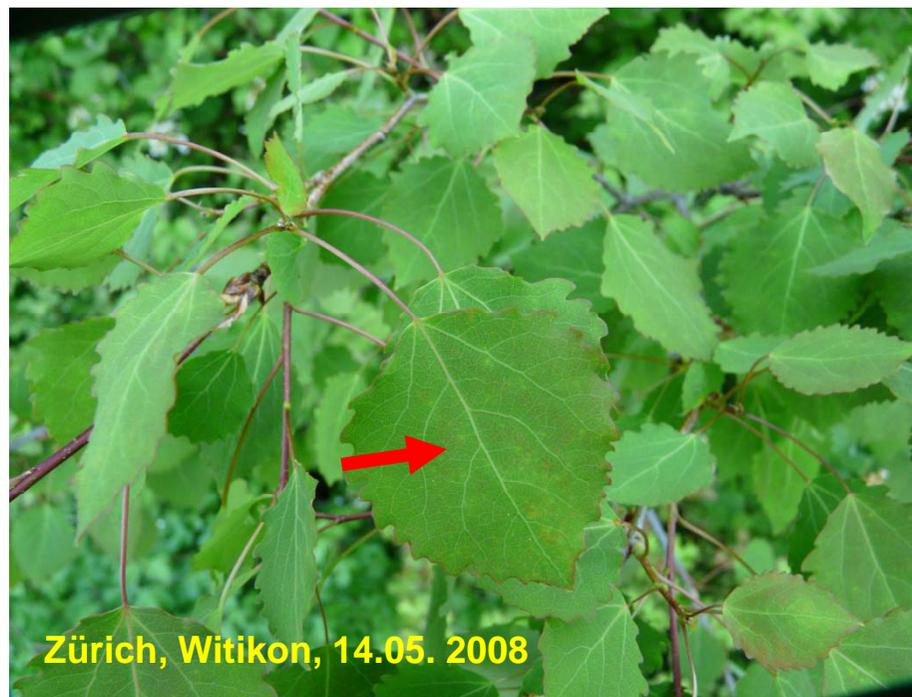
<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

### Zitterpappel

*Populus tremula* L.

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
ZH	3	Zürich, Fluntern	-	-	-

→ hellgrüne Punkte zwischen den Blattnerven, wie sie als erste Ozonsymptome auftreten (14.05.2008). Aber zur Zeit der Ozonsymptom-Beobachtung im September waren die Symptome von einem starken Befall mit Rostpilz überlagert, was die Bestimmung von Ozonsymptomen verunmöglichte.



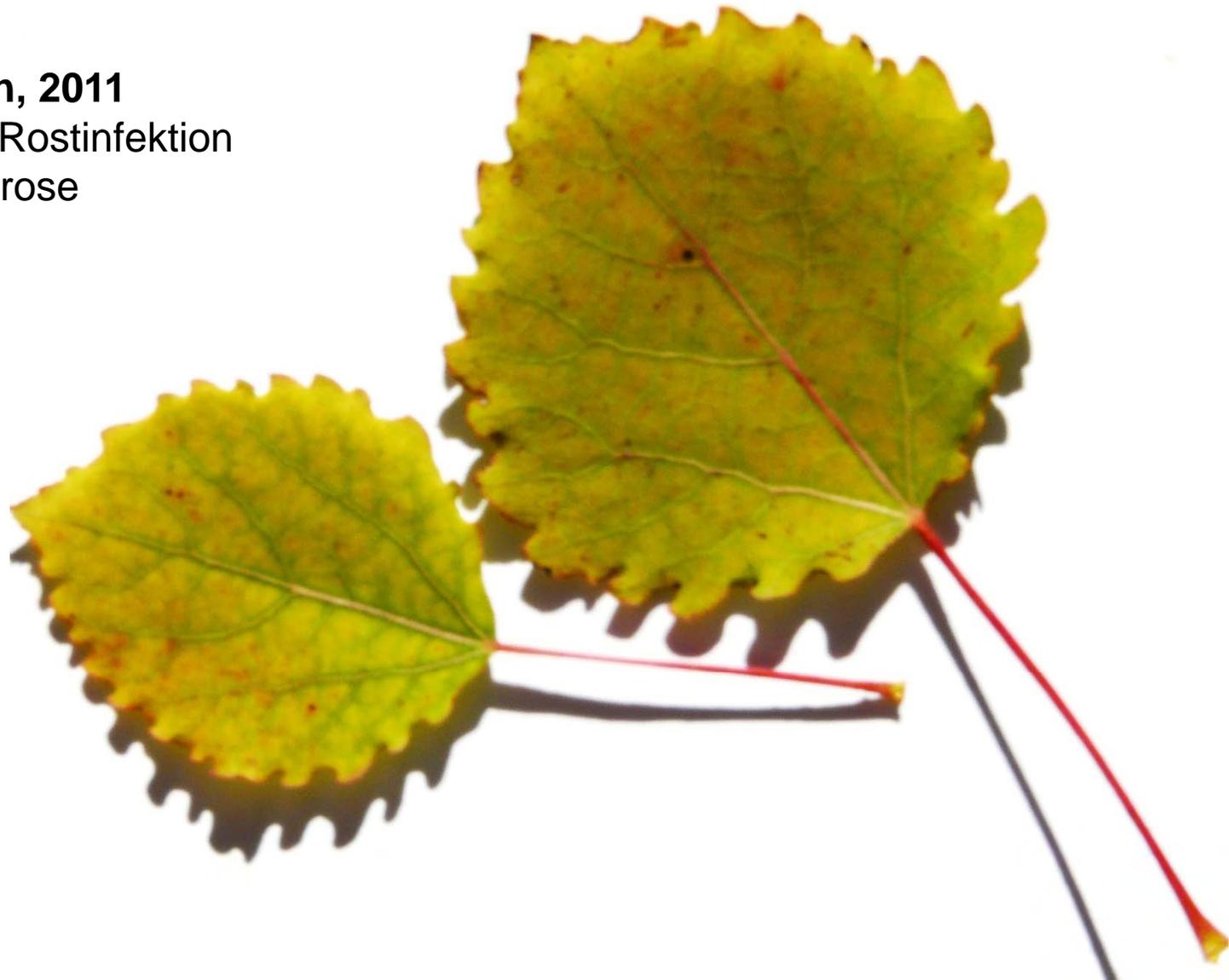
**Zürich, Fluntern**

**2.9.2009:**

Auch in diesem Jahr konnte die Vergilbung nicht eindeutig dem Ozon zugeordnet werden.

## Zitterpappel

**Zürich, Fluntern, 2011**  
fortgeschrittene Rostinfektion  
mit Blattrandnekrose



# © Fotodokumentation zum Projekt "Ozonsymptome an Laubbäumen"

Dr. M.S. Günthardt-Goerg<sup>1</sup> und Urs Heiz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf

<sup>2</sup>Eidg. dipl. Forsting. ETH, ausgebildeter Forstwart, Neubad 8, 8755 Ennenda GL

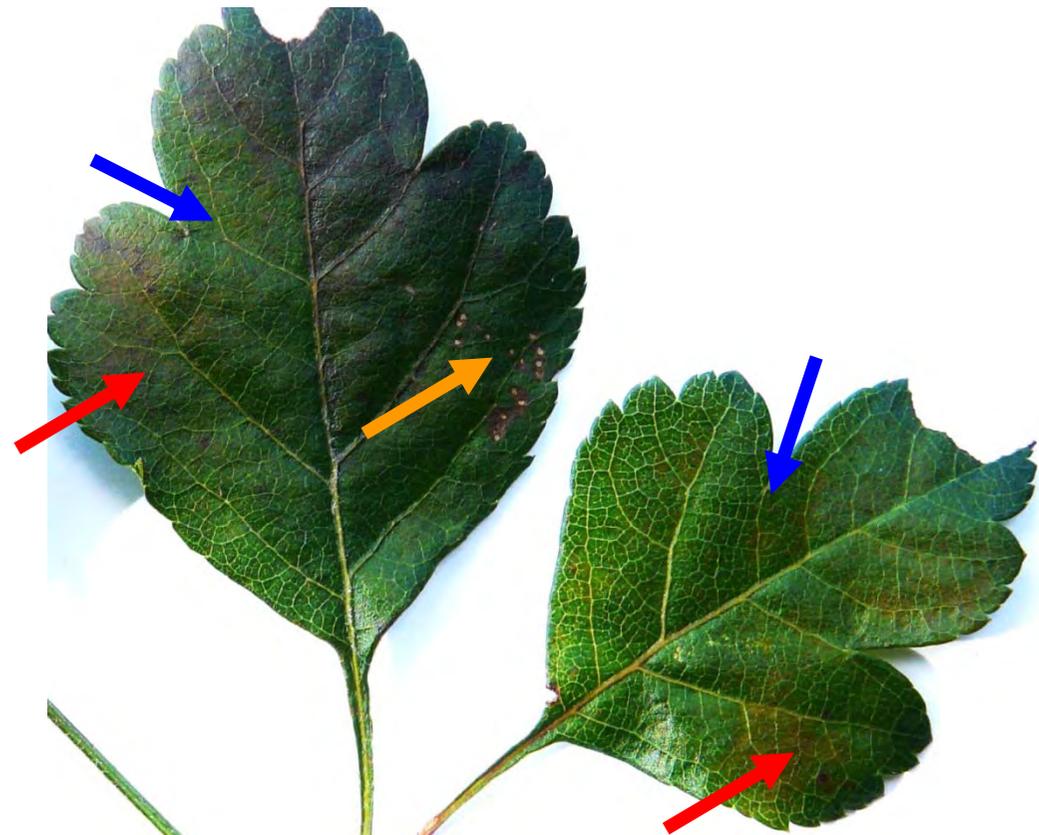
## Zweiggriffliger Weissdorn

*Crataegus laevigata* (Poiret) DC.

**Ozonsymptome: typisch +, schwach (+), keine -**

Kanton	Höhe	Standort	2008	2009	2011
SG	1	Stuelegg, Waldrand	-	-	+

Ozon ist angezeigt durch  
→ Verbräunung zwischen den Blattnerven und den  
→ Schatteneffekt.  
Daneben kommen →  
Pilzinfektionen vor



**SG, Stuelegg, Waldrand, 2011**