

Zeitschrift: Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen = Swiss forestry journal = Journal forestier suisse

Herausgeber: Schweizerischer Forstverein

Band: 155 (2004)

Heft: 9

Artikel: Die Wildbirne (*Pyrus pyraeaster* (L.) Burgsd.) in der Schweiz : morphologische Charakterisierung, Abgrenzung von der Kulturbirne und Artenreinheit ihrer Vorkommen

Autor: Rotach, Peter / Baume, Marc

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-1098133>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.04.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Die Wildbirne (*Pyrus pyraster* (L.) Burgsd.) in der Schweiz: morphologische Charakterisierung, Abgrenzung von der Kulturbirne und Artreinheit ihrer Vorkommen

PETER ROTACH und MARC BAUME

Keywords: *Pyrus pyraster*; *Pyrus communis*; morphology; identification; native fruits; hybridization; conservation. FDK 16:17:907:(494)

Abstract: Wild pear (*Pyrus pyraster* (L.) Burgsd.) is one of Switzerland's rare and endangered tree species. However, its status and situation are unknown, since it is difficult to distinguish from cultivated pear (*Pyrus communis* L.). The objective of this investigation was to find traits or combinations of traits, which allow the identification and distinction of wild and cultivated pear and to estimate the degree of purity of remaining populations.

Abstract: Die Wildbirne (*Pyrus pyraster* (L.) Burgsd.) gehört zu den seltenen und gefährdeten Baumarten der Schweiz. Dennoch lässt sich die Situation der Wildbirne kaum beurteilen, da sie nur schwer von der Kulturbirne (*Pyrus communis* L.) zu unterscheiden ist. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war, Merkmale oder Kombinationen von Merkmalen zu finden, welche es ermöglichen, Wild- und Kulturbirne anzusprechen und zu unterscheiden und die Artreinheit des Bestandes zu schätzen.

1. Einleitung

Mit geschätzten 4200 Individuen von mehr als 5 cm Brusthöhendurchmesser gehört die Wildbirne (*Pyrus pyraster* (L.) Burgsd.) zu den seltensten Baumarten in der Schweiz (BARENGO *et al.* 2001). Aufgrund ihrer Seltenheit, der starken Fragmentierung des Bestandes, der geringen Konkurrenzkraft, der Hybridisierung mit Kulturbirne sowie der geringen Beachtung muss die Wildbirne als stark gefährdet betrachtet werden. Da die Wildform aber nur schwer von der Kulturbirne (*Pyrus communis* L.) bzw. von verwilderten Kulturformen zu unterscheiden ist, ist die Situation möglicherweise noch deutlich schlechter, als es die vom Forstdienst gemeldeten Bestandeszahlen vermuten lassen. Die Beurteilung der wahren Situation der Wildbirne in der Schweiz war trotz gesamtschweizerischer Inventarisierung bisher aus zwei Gründen nicht möglich: Zum einen war die Frage der Arterkennung, insbesondere ihrer Abgrenzung von Kulturformen, nicht ausreichend geklärt, zum andern fehlten bisher Informationen über die Artreinheit bzw. die Ursprünglichkeit des Bestandes. Die nachfolgenden Untersuchungsergebnisse sollen helfen, diese beiden Fragen einer Klärung näher zu bringen.

Die Gattung *Pyrus* umfasst je nach Quelle zwischen 20 (FITSCHE 1994) und 70 Arten (KUTZELNIGG 1995), die in Europa und Nordafrika sowie von Westasien über Persien bis nach Ostasien beheimatet sind. Diese verschiedenen Artenzahlen widerspiegeln die hohe Formenvielfalt und die ausgeprägte Tendenz zur Bastardierung sowie den starken Einfluss der züchterischen Beeinflussung seit alters her, was die Abgrenzung vieler Arten innerhalb der Gattung äusserst schwierig macht. Nachweise anthropogener Nutzung und Beeinflussung gehen bis ins Neolithikum (3000 v.Chr.) zurück. Auslese und züchterisch-selektive Beeinflussung waren zunächst auf die in der nacheiszeitlichen Wärmezeit (5400–2500 v.Chr.) eingewanderte Wildbirne beschränkt (AAS 2000), doch spätestens seit der Römerzeit wurden auch Birnensorten aus dem südeuropäischen-westasiatischen Raum eingeführt und damit Gene anderer *Pyrus*-Arten eingekreuzt (HOFMANN 1993; WAGNER 1995). Durch intensive Züchtung und gezielte Artkreuzungen über lange Zeit, durch spontane Kreuzungen und Rückkreuzung der Kultursorten mit den Wildpopulationen sowie durch Verwildern angepflanzter Kulturformen ist die genetische und damit die morphologische Eigenständigkeit



Abbildung 1: Typische Blatt und Fruchtmerkmale von Wildbirne (Foto: Professur Forstschutz und Dendrologie, ETH Zürich).

Figure 1: Typical leaf and fruit morphology of wild pear (Picture taken by Chair of Forest Pathology and Dendrology, ETH Zurich).

der autochthonen Wildbirne (*Pyrus pyraster*) möglicherweise verloren gegangen. Es ist nicht sicher, ob die ursprüngliche Wildbirne überhaupt noch existiert. Niemand weiss, wie sie ursprünglich ausgesehen hat, so dass sich ihre morphologische Charakterisierung bloss auf Hinweise stützen kann (für detaillierte Angaben siehe HOFMANN 1993 und WAGNER 1995, 1996).

Aufgrund umfangreicher Untersuchungen kommt HOFMANN (1993) zum Schluss, dass die Charakterisierung und Abgrenzung der Wildform schwierig ist, weil eine hohe Variabilität der Merkmale und ein kontinuierlicher Übergang zwischen den Formen gegeben ist. Gleichwohl lassen ihre Untersuchungsergebnisse gewisse Tendenzen erkennen, die zu einer Unterscheidung bzw. Abgrenzung herangezogen werden können. Wildbirnen zeichnen sich vor allem durch die Kombination folgender charakteristischer Merkmale aus: zarte Langtriebe mit meist vorhandenen Sprossdornen; eiförmige oder runde Blätter von weniger als 6 cm Länge, behaart oder kahl, aber nie stark filzig;

rundliche oder kurz-birnenförmige Früchte von weniger als 3 cm Länge und Breite mit einem etwa gleich langen Fruchtsiel, Früchte von gelber, grüner oder brauner Farbe, jedoch nie rotbackig (Abbildung 1). Nicht unproblematisch ist nach WAGNER & KLEINSCHMIT (1995) allerdings die Beurteilung der Dornigkeit, da alte Bäume von *Pyrus pyraster* unter Umständen keine Dornen mehr ausbilden, wogegen Kultursorten im Jugendstadium Dornen aufweisen können; die Ausbildung von Sprossdornen erfolgt bei der Verwilderung von Kultursorten zudem sehr rasch. WAGNER (1995, 1996) kommt aufgrund ihrer Recherchen von historischen Belegen und botanischen Beschreibungen zu ähnlichen Ergebnissen wie HOFMANN (1993), wobei sich die Abgrenzungen teilweise unterscheiden. Tabelle 1 vermittelt einen Überblick über die gegenwärtig gebräuchlichen morphologischen Unterscheidungskriterien sowie deren Grenzwerte zwischen Wild- und Kulturbirne.

Tabelle 1: Unterscheidungsmerkmale zwischen Wild- und Kulturbirne gemäss WAGNER (1996) und HOFMANN (1993) (in Klammern).

Fett angegeben sind die Mittelwerte für Wild- und Kulturbirne, die in dieser Untersuchung ermittelt wurden, wobei die Zuteilung der Einzelbäume zu den beiden Gruppen aufgrund einer Diskriminanzanalyse unter Verwendung aller Blatt- und Fruchtmerkmale erfolgt ist.

Table 1: Morphological traits and their limits differentiating wild pear from cultivated forms according to WAGNER (1996) and HOFMANN (1993) (in brackets).

Values in bold print are the mean values from the present investigation, evaluated on the two groups (wild, cultivars) resulting from discriminant analysis based on all leaf and fruit traits.

Merkmale	Wildbirne		Kulturbirne
	in der Regel dornig		in der Regel ohne Dornen
Zweige			
Blatt			
• Länge	< 5 cm [< 6 cm] 3,5 cm	5–7 cm	> 7 cm [≥ 6 cm] 6,6 cm
• Breite	≤ 5 cm [< 5 cm] 3,1 cm		> 5 cm 4,2 cm
• Form	rund/rundlich rund-eiförmig	eiförmig	elliptisch eiförmig-elliptisch
• Quotient Blattlänge/Blattbreite	≈ 1 1,1		deutlich > 1 1,6
• Behaarung	nie dicht weissfilzig		filzig, zottig behaart
• Länge des Blattstiels	[< 6 cm] 2,4 cm		[≥ 6 cm] 3,3 cm
• Quotient Stiellänge/Blattlänge	≈ 1		< 1
Frucht			
• Fruchtgrösse (Länge)	≤ 3 (3,5) cm [≤ 2,8 cm (Länge + Breite)] Länge: 2,7 cm Breite: 2,7 cm		> 3 (3,5) cm [≥ 3 cm (Länge)] Länge: 6,6 cm Breite: 5,3 cm
• Form	rundlich [rundlich oder kurz-birnenförmig]		in der Regel länglich
• Quotient Fruchtlänge/-breite	≈ 1 [0,6–1,8] 0,99		in der Regel > 1 [1,5–3,3] 1,2
• Quotient Stiellänge/Fruchtlänge	≈ 1 0,64		deutlich < 1 0,45
• Dicke des Fruchtsiels	≤ 2 mm [≤ 2 mm] 1,8 mm		> 2 mm [≥ 3 mm] 2,9 mm
• Geschmack	adstringierend oder in der Regel nicht wohlschmeckend		herb-säuerlich oder wohlschmeckend
• Farbe	nie rotbackig [grün, gelb, braun, nie rotbackig]		zum Teil rotbackig

In der vorliegenden Arbeit wurden diese gebräuchlichen Unterscheidungsmerkmale an verschiedenen Wild- und Kulturbirnen in der Schweiz erfasst. Mittels multivariater statistischer Verfahren wurde versucht, die beste Kombination von Unterscheidungsmerkmalen für Wild- und Kulturbirne zu finden sowie die in der Literatur vorgeschlagenen Grenzwerte zu prüfen. Mit Hilfe verschiedener Diskriminanzfunktionen wurden die Bäume einer der beiden Gruppen zugeordnet und auf diese Weise die Artreinheit («Wildheit») der Untersuchungsbestände beurteilt. Die Ergebnisse sollen helfen, die Wildbirne künftig sicherer ansprechen sowie die Situation in der Schweiz in Bezug auf ihre Artreinheit besser beurteilen zu können. Notwendige Erhaltungs- und Förderungsmassnahmen lassen sich dadurch gezielter, effektiver und kostengünstiger planen und durchführen.

2. Material und Methoden

2.1 Untersuchungsmaterial

Die Untersuchung erfolgte an 220 vermeintlichen Wildbirnen aus 13 verschiedenen, über das gesamte Verbreitungsgebiet verteilten Populationen. Ausgewählt wurden lediglich Bestände von ausreichender Grösse, die zudem Wildbirnen enthielten, die aufgrund ihres Alters oder ihrer sozialen Stellung Fruktifikation erwarten liessen. Folgende, im Rahmen des Projektes «Förderung seltener Baumarten» (BARENGO *et al.* 2001) erfasste Populationen, wurden untersucht: Oberembrach ZH¹ (9 Bäume), Tannbüel SH (17), Möslì SH (4), Warpel ZH (12), Wasterkingen ZH (21), Thalheim AG (23), Elfingen AG (22), Tecknau BL (12), Plagne BE (20), Moutier BE (18), Soyhières JU (21), Chamblon VD (19) und Versoix GE (22). Als Vergleich dienten 24 Kultursorten aus einer Erhaltungsplantage (Association pour la sauvegarde du patrimoine fruitier de Suisse romande – Rétropomme) in Neuchâtel sowie sechs moderne Kultursorten aus einer Produktionsplantage in Zürich.

Im August 2002 wurden von jedem der insgesamt 250 Bäume mindestens 20 Blätter von Lang- und Kurztrieben (total 5145 Blätter, davon 663 von Kulturbirnen, im Mittel 20,5 pro Baum) geerntet und herbarisiert, wobei die Blätter am Anfang und Ende der Triebe infolge ihrer speziellen Morphologie unberücksichtigt blieben. Im September wurden insgesamt 1030 Früchte geerntet und bis zur Vermessung eingefroren (siehe dazu HOFMANN 1993), wobei 728 Früchte (im Mittel 11,3 pro Baum) von 64 Wildbirnen bzw. 302 Früchte (im Mittel 10,4 pro Baum) von den 29 Kultursorten stammten. Die meisten Wildbirnen hatten 2002 keine oder weniger als die geforderte Mindestanzahl von fünf Früchten, was laut HOFMANN (1993) bei Bäumen im Bestandesschluss eine normale Erscheinung ist. In der vorliegenden Untersuchung wurden zudem teilweise junge, nicht mannbar Exemplare ausgewählt, wenn zu wenig ältere Exemplare vorhanden waren. In den vier Beständen Oberembrach, Tannbüel, Tecknau und Warpel waren 2002 keine Bäume mit Früchten zu finden.

An 5140 Blättern wurden die folgenden zehn Merkmale erfasst: Blattlänge (mm), Blattbreite (mm), Quotient Blattlänge/Blattbreite, Winkel der Blattspitze (Grad), Behaarung auf der Blattoberseite (fehlend, vorhanden), Behaarung auf der Blattunterseite (fehlend, vorhanden), Länge des Blattstiels (mm), Form des Blattrandes (glatt, gezähnt) sowie das Blattprofil (Blatt flach, Blattspitze leicht gekrümmt, Blattspitze stark gekrümmt, Blatt stark gekrümmt). Zusätzlich wurde während der Blattentnahme im Feld die Dornigkeit der Zweige angesprochen (kein Dorn, ein Dorn oder mehrfach bedornete Zweige).

Die folgenden zwölf Merkmale wurden an 1030 Früchten erhoben: Fruchtlänge (mm), maximale Breite der Frucht (mm),

Quotient Fruchtlänge/Fruchtbreite, Länge des Fruchtsstiels (mm), minimaler Durchmesser des Fruchtsstiels (mm), Quotient Stiellänge/Stieldicke, Quotient Fruchtlänge/Stiellänge, Fruchtform (rund, tropfenförmig), Fruchtfarbe grün, Fruchtfarbe gelb, Fruchtfarbe rot (jeweils vorhanden oder fehlend), Geschmack (neutral bis adstringierend, neutral bis süss).

2.2 Datenanalyse

Die Datenanalyse erfolgte für Blattmerkmale und Fruchtmerkmale getrennt sowie für alle Merkmale kombiniert; die getrennte Analyse erschien sinnvoll, weil im Feld oftmals keine Früchte zur Verfügung stehen und die Ansprache allein anhand von Blattmerkmalen erfolgen muss. Die Eignung der Blattmerkmale ist daher von besonderem Interesse.

Für die statistischen Analysen wurden die Einzelwerte der Merkmale und nicht die baumweise ermittelten Durchschnittswerte verwendet. Bei den Blättern war zwar eine signifikante, allerdings sehr geringe Korrelation zwischen den Blättern desselben Baumes feststellbar (Ergebnisse nicht angegeben); bei den Fruchtmerkmalen hingegen wies lediglich die Stiellänge eine schwache Korrelation zwischen den Früchten desselben Baumes auf. Mittelwertbildung hätte deshalb die Aussagekraft der Daten deutlich reduziert.

Die standardisierten Variablen der Blatt- und Fruchtmerkmale wurden zunächst mittels Hauptkomponentenanalyse untersucht, um sowohl Abhängigkeiten zwischen den Variablen sowie die Verteilung der Wertbereiche beider Gruppen beurteilen zu können. Die Bedeutung der morphologischen Merkmale für die Unterscheidung der beiden Gruppen (optimale Merkmalskombinationen) wurde mittels schrittweiser Diskriminanzanalyse untersucht. Mit den drei Datensets wurden zudem verschiedene Diskriminanzanalysen (DA) durchgeführt. Dabei werden lineare bzw. quadratische Diskriminanzfunktionen bestimmt, mit welchen sämtliche Bäume anhand ihrer Merkmale einer der beiden vorgegeben Gruppen (Wild-/Kulturbirne) zugeordnet werden können (Klassifikation), wobei je nach Homogenität der Varianzen (Bartlett-Test) die nicht-gepoolten Kovarianzmatrizen (quadratische Funktion) bzw. die gepoolte Kovarianzmatrix (lineare Funktion) für die Maximum-likelihood-Schätzung der Diskriminanzfunktion Verwendung finden. Jeder Baum wurde mittels DA aufgrund seiner Merkmale einer der beiden Gruppen zugeordnet, wobei die für die Klassifikation verwendete Diskriminanzfunktion aufgrund der Merkmale aller übrigen 249 Bäume geschätzt wurde. Die Ergebnisse der Klassifikation erlauben Rückschlüsse auf die Güte der ermittelten Diskriminanzfunktion bzw. auf die Eignung der dafür verwendeten Merkmale bzw. Merkmalskombinationen. Neben der DA wurde für jedes Datenset zudem eine kanonische Diskriminanzanalyse (KDA) gestützt auf alle Merkmale durchgeführt. Bei dieser Analyse wird eine lineare Kombination der quantitativen Variablen (CAN1) ermittelt, welche die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen am besten zusammenfasst. Mit dieser Form der Diskriminanzanalyse lassen sich die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen in einer Dimension darstellen und graphisch interpretieren. Die Bedeutung der Merkmale für die Unterscheidung der Gruppen lässt sich anhand einfacher Korrelationskoeffizienten mit der kanonischen Funktion (Strukturkoeffizienten) beschreiben. KDA kann ebenfalls für die Klassifikation der Einzelbäume in die beiden Gruppen verwendet werden. Für die Beurteilung der Artreinheit bzw. Ursprünglichkeit der untersuchten Wildpopulationen wurde zum einen die Anzahl falsch klassifizierter Bäume, zum anderen die graphische Darstellungen der kanonischen Einzelwer-

¹ Abgekürzte Namen für Schweizer Kantone.

te, geordnet nach Beständen, verwendet; die Wertbereiche der beiden Gruppen sowie ihr Überlappungsbereich erlauben Rückschlüsse auf die Artreinheit und Homogenität der Bestände.

3. Ergebnisse

3.1 Hauptkomponentenanalyse

Die ersten drei Hauptkomponenten erklären insgesamt 58% der Gesamtvarianz aller zehn Blattmerkmale (Tabelle 2). Die erste Hauptkomponente (Prin1 mit 33% Varianzanteil) repräsentiert die Variation in Blattlänge, Blattform, Blattspitze und Stiellänge. Niedrige Werte stehen dabei für kleinere, schmalere, weniger zugespitzte Blätter mit kürzeren Blattstielen, während hohe Werte grössere, rundere, zugespitztere Blätter mit längeren Blattstielen charakterisieren. Die übrigen beiden Hauptkomponenten (Prin2, Prin3), welche Blattform, Behaarung und die Form des Blattrandes beschreiben, erklären lediglich geringe Varianzanteile von 13 bzw. 12%. Wild- und Kulturbirne unterscheiden sich signifikant in den Werten von Prin1, nicht aber in jenen von Prin2 und Prin3 (Wilcoxon-two-sample-Test: Prin1 $p < 0,0001$, Prin2 $p = 0,135$, Prin3 $p = 0,024$). Wildbirnen weisen mehrheitlich tiefe Werte von Prin1 auf (Abbildung 2a); im Vergleich zu Kulturbirne verfügen sie über kleinere, schmalere und weniger zugespitzte Blätter. Die Blattstiele sind zwar kürzer, im Verhältnis zur Blattlänge jedoch länger als bei Kulturbirne. Auch die Dornigkeit ist grösser. Abbildung 2a zeigt allerdings auch klar, dass die Blattmerkmale, trotz signifikanter Unterschiede, keine exakte Trennung der beiden Gruppen ermöglichen, weil die Werte innerhalb der Gruppen stark streuen und sich die beiden Wertbereiche deutlich überlappen.

Die ersten drei Hauptkomponenten beschreiben 86% der Gesamtvarianz der zwölf untersuchten Fruchtmerkmale (Tabelle 2). Die erste Komponente (Prin1) mit 71% Varianzanteil repräsentiert Fruchtgrösse, Form, Stieldicke und Geschmack. Niedrige Werte bedeuten kleinere Früchte mit dünneren Stielen und herberem Geschmack von eher gelber oder grüner Fruchtfarbe. Prin2 spiegelt die Länge des Fruchtstiels und sein Verhältnis zur Fruchtlänge wider, während Prin3 die Fruchtfarbe wiedergibt; beide Komponenten erklären allerdings nur geringe Varianzanteile von 8 bzw. 7%. Die Werte der ersten und der dritten Hauptkomponente unterscheiden sich signifikant zwischen den Gruppen (Wilcoxon-Test: Prin1 $p < 0,0001$, Prin3 $p = 0,0011$), während Prin2 ($p = 0,017$) nicht hochsignifikant verschieden ist. Abbildung 2b zeigt eine gute, jedoch nicht völlig überlappungsfreie Trennung von Wild- und Kulturbirne bezüglich Prin1. Die niedrigen Werte der Wildbirnen weisen darauf hin, dass sie überwiegend kleine, dünngestielte, geschmacklich herbe, zumeist gelb oder grün gefärbte Früchte besitzen. Die Fruchtmerkmale scheinen sich wesentlich besser für die Unterscheidung der beiden Gruppen zu eignen als die Blattmerkmale.

Die ersten drei Hauptkomponenten des kombinierten Datensets repräsentieren 51% der Gesamtvarianz (Tabelle 2). Die erste Hauptkomponente mit 33% Varianzanteil beschreibt vorwiegend Fruchtgrösse, Fruchtgeschmack und Blattlänge. Niedrige Werte von Prin1 bedeuten kürzere Blätter und kleinere Früchte mit herberem Geschmack, verweisen also vorwiegend auf Eigenschaften der Wildbirne. Prin2 (10% Varianzanteil) spiegelt hauptsächlich Länge und Dicke des Fruchtstiels und sein Verhältnis zur Fruchtgrösse wider während Prin3 (8% Varianzanteil) durch Fruchtfarbe und Behaarung auf Blattober- und Blattunterseite charakterisiert ist. Gelbe

Tabelle 2: Ergebnisse der Hauptkomponentenanalysen für die Blattmerkmale, Fruchtmerkmale und beide Merkmalsklassen kombiniert.

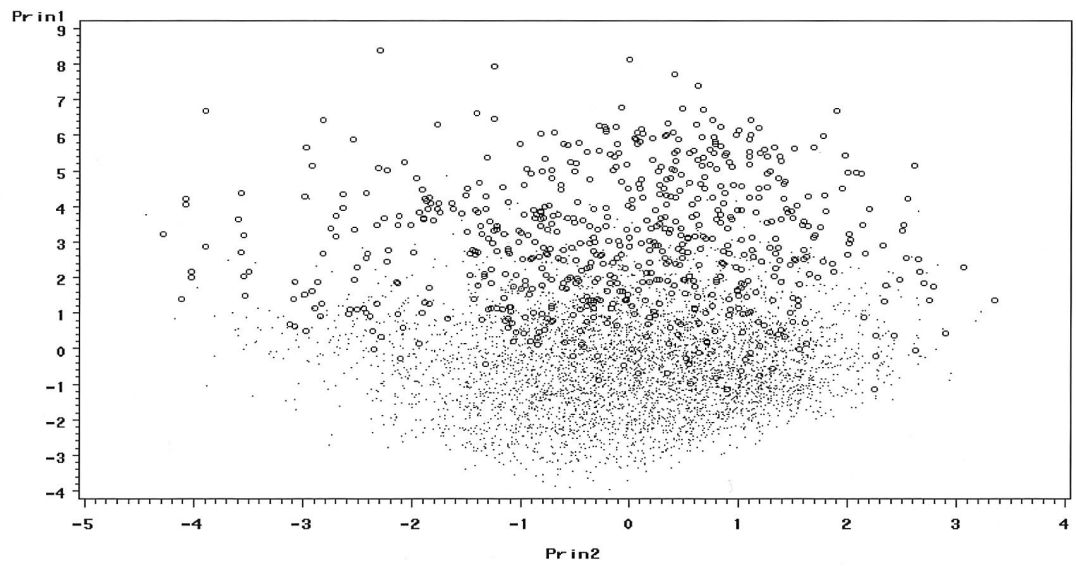
Dargestellt sind die Faktorenladungen (Korrelationen der Variablen mit den Hauptkomponenten Prin1, Prin2, Prin3). Deutlich signifikante Faktorenladungen sind fett angegeben.

Table 2: Results of the principal component analyses for leaf traits, fruit traits and for all traits combined.

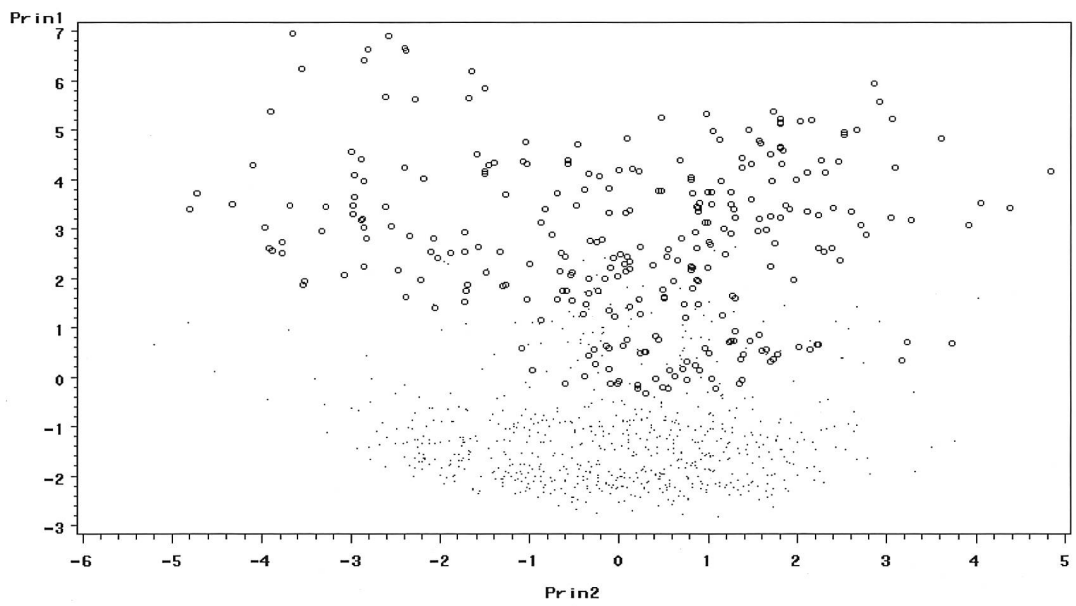
Illustration of the factor loadings on the first three principal components (Prin1, Prin2, Prin3). Very significant loadings are indicated in bold print.

Merkmale	Blattmerkmale			Fruchtmerkmale			Blatt- und Fruchtmerkmale		
	Prin1	Prin2	Prin3	Prin1	Prin2	Prin3	Prin1	Prin2	Prin3
Blattmerkmale									
Blattlänge	0,52	0,08	0,03				0,33	-0,04	0,05
Blattbreite	0,35	0,57	0,11				0,19	-0,09	0,01
Quotient Länge/Breite	0,38	-0,51	-0,05				0,28	0,03	0,07
Winkel Blattspitze	-0,39	0,45	0,02				-0,26	-0,07	-0,03
Behaarung Blattoberseite	0,02	-0,30	0,61				0,01	0,00	0,37
Behaarung Blattunterseite	-0,07	0,06	0,70				-0,07	-0,18	0,30
Länge des Blattstiels	0,38	0,24	0,02				0,17	-0,03	0,12
Form des Blattrandes	-0,18	0,00	0,30				-0,06	-0,10	0,25
Blattprofil	0,19	0,00	0,05				0,11	0,00	0,11
Zweigbedornung	-0,29	-0,18	-0,14				-0,16	-0,02	-0,13
Prozent totale Varianz	33%	13%	12%						
				Prin1	Prin2	Prin3			
Fruchtmerkmale									
Fruchtlänge				0,43	0,05	0,12	0,34	0,05	-0,14
Maximale Breite der Frucht				0,40	0,00	0,05	0,32	0,00	-0,04
Quotient Fruchtlänge/Fruchtbreite				0,34	0,11	0,14	0,28	0,12	-0,20
Länge des Fruchtstiels				0,25	0,50	-0,08	0,19	0,47	0,14
Durchmesser Fruchtstiel				0,35	-0,26	0,04	0,26	-0,26	-0,08
Quotient Stiellänge/Stieldicke				0,02	0,61	-0,13	-0,02	0,57	0,19
Quotient Fruchtlänge/Stiellänge				0,25	-0,46	0,15	0,20	-0,43	-0,26
Fruchtform				0,26	0,11	0,10	0,20	0,10	-0,14
Fruchtfarbe grün				-0,17	0,16	0,62	-0,12	0,23	-0,45
Fruchtfarbe gelb				-0,05	-0,13	-0,66	-0,01	-0,18	0,42
Fruchtfarbe rot				0,25	0,00	-0,03	0,18	-0,02	0,12
Geschmack				0,34	0,07	-0,24	0,27	0,05	0,20
Prozent totale Varianz				71%	8%	7%	33%	10%	8%

a



b



c

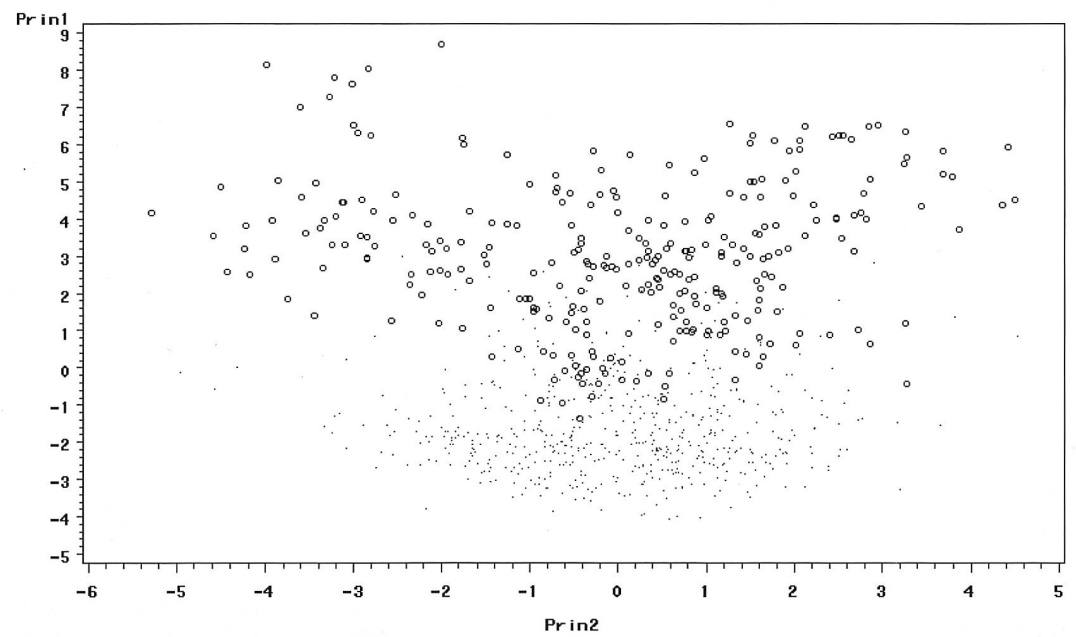


Abbildung 2: Einzelwerte auf den ersten beiden Hauptkomponenten (Prin1, Prin2) für a) Blattmerkmale, b) Fruchtmerkmale und c) Blatt- und Fruchtmerkmale kombiniert. (Punkte = Wildbirne, Kreise = Kulturbirne).

Figure 2: Scores on the first two principal components (Prin1, Prin2) for a) leaf characteristics, b) fruit characteristics and c) leaf and fruit characteristics combined (points = wild pear, circles = cultivars).

Fruchtfarbe scheint tendenziell mit einer stärkeren Behaarung der beiden Blattseiten einherzugehen, grüne Fruchtfarbe hingegen mit weniger behaarten Blättern. Die Werte der ersten und der dritten Hauptkomponente unterscheiden sich signifikant zwischen den beiden Gruppen (Wilcoxon-Test: Prin1 und Prin3 $p < 0,0001$), Prin2 hingegen nicht ($p = 0,271$). *Abbildung 2c* zeigt eine gute, jedoch nicht völlig überlappungsfreie Trennung von Wild- und Kulturbirne bezüglich Prin1. Die zusätzliche Verwendung der Blattmerkmale scheint zu keiner wesentlich besseren Trennung der beiden Gruppen beizutragen. Mit Ausnahme von Blattgrösse und Behaarung sind die Blattmerkmale wenig mit den Fruchtmerkmalen korreliert.

3.2 Diskriminanzanalyse

Ausser der Behaarung auf der Blattoberseite tragen alle Blattmerkmale signifikant, jedoch verschieden stark zur Unterscheidung der beiden Gruppen bei, wobei das Merkmal Blattlänge die beiden Gruppen am deutlichsten unterscheidet (*Tabelle 3*). Von insgesamt 53% der Variation, die aufgrund der neun Blattmerkmale auf Unterschiede zwischen Wild- und Kulturbirne zurückgeführt werden können, entfallen allein 42% auf das Merkmal Blattgrösse. Trotz signifikanten Unterschieden tragen die übrigen Merkmale nur wenig zur Unterscheidung bei. Mittels quadratischer Diskriminanzfunktion (DA mit neun signifikanten Blattmerkmalen) lassen sich insgesamt 87,5% aller Bäume korrekt klassifizieren, wobei 95% der Wild-, aber nur 80% der Kulturbirnen richtig zugeordnet werden. Das beste Ergebnis mit 89,2% richtiger Zuordnung lässt sich mit den vier Merkmalen Blattlänge, Länge des Blattstiels, Quotient Blattlänge/-breite und Dornigkeit erreichen. Verwendet man allein die Blattlänge als trennschärfstes Merkmal, so resultiert eine richtige Zuordnung von 85% aller Bäume.

Die kanonische Diskriminanzanalyse führt zu teilweise abweichenden Ergebnissen. Aufgrund der Strukturkoeffizienten tragen die Merkmale Blattlänge, Quotient Blattlänge/Blattbreite, Blattbreite, Winkel der Blattspitze und Dornigkeit am stärksten zur Unterscheidung der beiden Gruppen bei; die übrigen Merkmale weisen Korrelationskoeffizienten von weniger als 0,50 auf (*Tabelle 4*). Hohe Werte der Diskriminanzfunktion (CAN1) charakterisieren Bäume mit längeren, schmalen und stärker zugespitzten Blättern sowie weniger stark ausgeprägter Dornigkeit (Kulturbirnen), während niedrige Werte für Bäume mit kürzeren, runderen und weniger spitz zulaufenden Blättern sowie häufiger Dornigkeit, also für Wildbirne, bezeichnend sind. Die individuellen Werte auf CAN1 variieren nicht nur stark, sondern die Wertebereiche von Wild- und Kulturbirne überlappen sich deutlich (*Abbildung 3a*). Erwartungsgemäss weist die Kulturbirne fast ausnahmslos positive CAN1-Werte auf; die Wildbirne hingegen zeigt in allen Beständen ebenfalls einen hohen, bestandesweise allerdings verschiedenen Anteil positiver Werte. Die Klassifikation der Bäume über KDA ergibt mit 20% falsch zugeordneten Bäumen ein deutlich schlechteres Ergebnis als mittels DA. Während alle Kulturbirnen richtig zugeordnet werden, sind es bei der Wildbirne lediglich 60%, d.h. lediglich 10% mehr, als zufällig erwartet werden. Von den 220 Wildbirnen weisen 103 Individuen (46,8%) falsch klassifizierte Blätter auf, wobei bei 83 Bäumen (80,6%) mehr als drei Viertel ihrer Blätter bzw. bei zehn Bäumen (9,7%) weniger als die Hälfte ihrer Blätter falsch klassifiziert werden. Die Anzahl der Individuen mit falsch zugeordneten Blättern unterscheidet sich deutlich bei den einzelnen Untersuchungsbeständen. Sämtliche Blätter der 30 Kulturbirnen werden hingegen korrekt zugeordnet.

Von den zwölf Fruchtmerkmalen tragen neun signifikant zur Unterscheidung der beiden Gruppen bei (schrittweise DA,

Tabelle 3). Insgesamt lassen sich 78,1% der Gesamtvariation von CAN1 auf Gruppenunterschiede zurückführen, wobei die drei Merkmale Geschmack (59%), maximale Breite der Frucht (11%) und Fruchtfarbe rot (4%) am meisten, die übrigen sechs signifikanten Merkmale dagegen nur sehr wenig zur Unterscheidung beitragen. Mit Hilfe der quadratischen Diskriminanzfunktion (DA mit neun signifikanten Fruchtmerkmalen) gelingt es, 96% aller Bäume richtig zu klassifizieren, wobei 94% der Wild- und 97% der Kulturbirnen richtig zugeordnet werden. Werden lediglich die drei Merkmale Geschmack, maximale Breite der Frucht und Farbe rot verwendet, so lassen sich immer noch 92% der Wild- und 97% der Kulturbirnen richtig klassifizieren; Geschmack allein erlaubt eine Treffsicherheit von 91% für Wild- und 87,5% für Kulturbirne.

Aufgrund der Strukturkoeffizienten der kanonischen Diskriminanzanalyse (*Tabelle 4*) eignen sich neben den Merkmalen Geschmack, maximale Breite der Frucht und Fruchtfarbe rot auch noch Fruchtlänge, Quotient Fruchtlänge/Fruchtbreite sowie Stiellänge und Stieldurchmesser (Korrelationskoeffizienten zwischen 0,56 und 0,85 mit CAN1) für die Unterscheidung zwischen Wild- und Kulturbirne. Hohe Werte von CAN1 charakterisieren grosse, wohlschmeckende, eher rotbackige Früchte mit langen, dicken Stielen (Kulturbirnen), niedrige Werte ergeben sich für kleine, kurz- und dünngestielte Früchte von grüner Farbe und eher ungeniessbarem Geschmack (Wildbirnen). *Abbildung 3b* zeigt, dass sich Wild- und Kulturbirne anhand von Fruchtmerkmalen deutlich besser trennen lassen als anhand von Blattmerkmalen. Positive Werte auf CAN1 charakterisieren die Kulturbirne, negative Werte die Wildpopulationen. Die Trennung der beiden Gruppen ist relativ gut; lediglich in fünf Wildpopulationen weisen einzelne Früchte von 14 Bäumen positive Werte, d.h. einen gewissen Kultureinfluss auf: Thalheim (ein Baum, alle Früchte), Elfingen (ein Baum, 60% der Früchte; ein Baum, 10% der Früchte), Chamblon (vier Bäume, alle Früchte; ein Baum, 44% der Früchte), Plagne (ein Baum, 83% der Früchte; ein Baum, 17% der Früchte) und Soyhières (vier Bäume, alle Früchte). Die Klassifikation mittels kanonischer Diskriminanzanalyse zeigt ein etwas schlechteres Ergebnis (8,8% Fehler) als mit DA (4% Fehler), wobei 98% der Wildbirnen, aber lediglich 83,5% der Kulturbirnen richtig zugeordnet werden.

Die schrittweise Diskriminanzanalyse mit dem kombinierten Datenset ermittelt fünf Blatt- und neun Fruchtmerkmale, welche bei den beiden Gruppen signifikant unterschiedlich sind (*Tabelle 3*). Mit den 14 Merkmalen lassen sich insgesamt 79% der kanonischen Variation auf Unterschiede zwischen Wild- und Kulturbirne zurückführen. Die Fruchtmerkmale Geschmack (57%), maximale Breite der Frucht (12%), Fruchtfarbe rot (4%) und Fruchtfarbe grün (2%) tragen hauptsächlich zur erklärten Varianz bei, während die Blattlänge als bestes Blattmerkmal lediglich 1% zu erklären vermag. Mit der quadratischen Diskriminanzfunktion (DA mit 14 signifikanten Merkmalen) lassen sich 96% aller Bäume richtig klassifizieren, wobei 94,5% der Wild- und 98% der Kulturbirnen richtig zugeordnet werden.

Aufgrund der Strukturkoeffizienten der KDA tragen Geschmack, maximale Breite der Frucht und Fruchtfarbe rot, Fruchtlänge, Quotient Fruchtlänge/-breite, Länge und Durchmesser des Fruchtstiels, Blattlänge, Quotient Blattlänge/-breite sowie Winkel der Blattspitze zur Unterscheidung bei (*Tabelle 4*). Hohe Werte von CAN1 charakterisieren Bäume mit grossen, länglichen, rotbackigen, eher wohlschmeckenden Früchten mit langen, dicken Fruchtstielen sowie langen, vergleichsweise schmalen und zugespitzten Blättern (Kulturbirnen), während niedrige Werte für kleine, rundliche, herbe, nicht wohlschmeckende und nicht rotbackige Früchte mit kurzen dünnen Stielen sowie für kleine, rundliche und

Tabelle 3: Ergebnisse der schrittweisen Diskriminanzanalysen für die Blattmerkmale, Fruchtmerkmale und beide Merkmalsklassen kombiniert.
 Table 3: Results of the stepwise discriminant analyses for leaf traits, fruit traits and for all traits combined.

Datenset	Schritt	Merkmal	F- Wert	Prob F	R ²
Blattmerkmale	1	Blattlänge	3795	0,0001	0,424
	2	Länge des Blattstiels	375	0,0001	0,463
	3	Blattprofil	171	0,0001	0,481
	4	Form des Blattrandes	147	0,0001	0,495
	5	Zweigbedornung	142	0,0001	0,509
	6	Blattbreite	122	0,0001	0,521
	7	Quotient Blattlänge/Blattbreite	94	0,0001	0,529
	8	Behaarung Blatt Unterseite	22	0,0001	0,531
	9	Winkel Blattspitze	9	0,0019	0,532
Fruchtmerkmale	1	Geschmack	1448	0,0001	0,593
	2	Maximale Breite der Frucht	396	0,0001	0,709
	3	Fruchtfarbe rot	150	0,0001	0,748
	4	Fruchtfarbe grün	65	0,0001	0,764
	5	Länge des Fruchtstiels	13	0,0002	0,767
	6	Durchmesser des Fruchtstiels	21	0,0001	0,772
	7	Fruchtform	14	0,0001	0,775
	8	Quotient Fruchtlänge/-breite	21	0,0001	0,780
	9	Fruchtfarbe gelb	4	0,0410	0,781
Blatt- und Fruchtmerkmale	1	Geschmack	1177	0,0001	0,573
	2	Maximale Breite der Frucht	355	0,0001	0,695
	3	Fruchtfarbe rot	132	0,0001	0,735
	4	Fruchtfarbe grün	59	0,0001	0,752
	5	Blattlänge	37	0,0001	0,762
	6	Fruchtform	25	0,0001	0,769
	7	Zweigbedornung	29	0,0001	0,776
	8	Länge des Fruchtstiels	16	0,0001	0,780
	9	Durchmesser des Fruchtstiels	12	0,0005	0,784
	10	Behaarung Blatt Unterseite	8	0,0040	0,785
	11	Blattprofil	5	0,0156	0,787
	12	Behaarung Blatt Oberseite	3	0,0784	0,788
	13	Quotient Fruchtlänge/-breite	4	0,0547	0,788
	14	Fruchtfarbe gelb	2	0,1186	0,789

Tabelle 4: Ergebnisse der kanonischen Diskriminanzanalyse für Blattmerkmale, Fruchtmerkmale und beide Merkmalsklassen kombiniert.

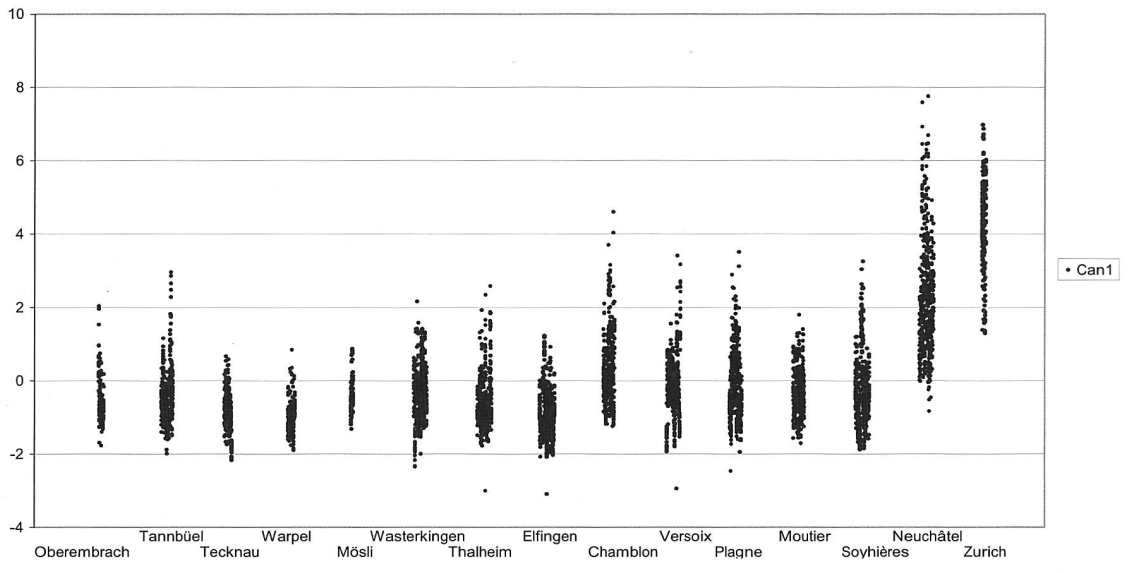
Dargestellt sind die Struktur-Koeffizienten (Korrelationen der Variablen mit der kanonischen Diskriminanzfunktion CAN1). Deutlich signifikante Korrelationen von mehr als 0,50 sind fett angegeben.

Table 4: Results of the canonical discriminant analyses for leaf traits, fruit traits and for all traits combined.

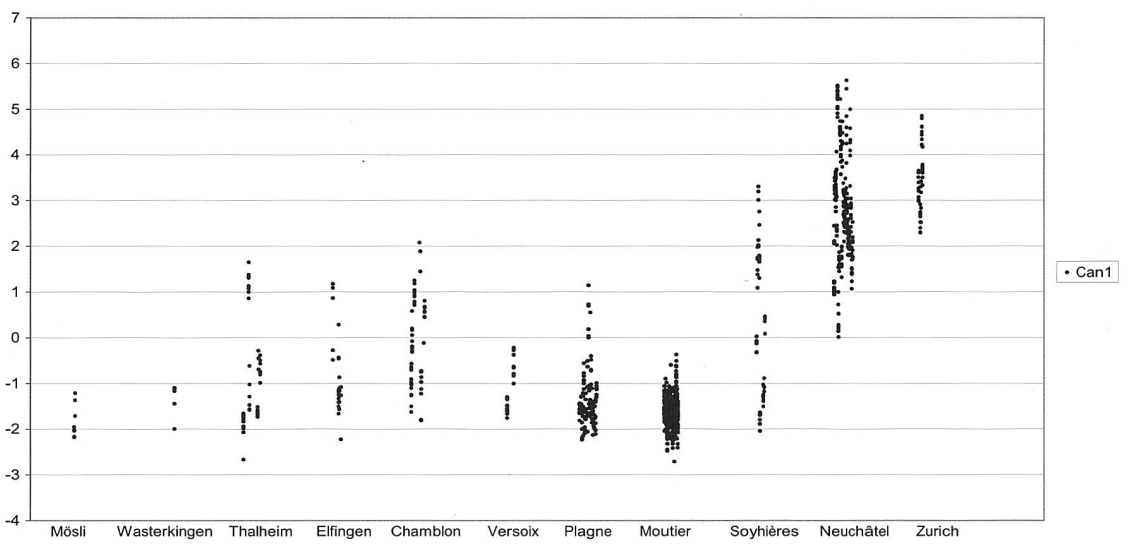
Illustration of the structure coefficients (correlation among the variables and the canonical function CAN1). Very significant correlations of 0.50 or higher are indicated in bold print.

Merkmal	Blattmerkmale Struktur-Koeffizienten CAN1	Fruchtmerkmale Struktur-Koeffizienten CAN1	Blatt- und Fruchtmerkmale Struktur-Koeffizienten CAN1
Blattmerkmale			
Blattlänge	0,893		0,768
Blattbreite	0,549		0,456
Quotient Länge/Breite	0,656		0,631
Winkel Blattspitze	-0,568		-0,561
Behaarung Blattoberseite	0,026		0,154
Behaarung Blattunterseite	-0,170		-0,137
Länge des Blattstiels	0,325		0,299
Form des Blattrandes	-0,397		-0,094
Blattprofil	0,435		0,334
Zweigbedornung	-0,500		-0,471
Fruchtmerkmale			
Fruchtlänge		0,839	0,818
Maximale Breite der Frucht		0,848	0,830
Quotient Fruchtlänge/Fruchtbreite		0,564	0,550
Länge des Fruchtstiels		0,600	0,579
Durchmesser Fruchtstiel		0,705	0,694
Quotient Stiellänge/Stieldicke		0,019	-0,002
Quotient Fruchtlänge/Stiellänge		0,398	0,403
Fruchtform		0,322	0,310
Fruchtfarbe grün		-0,504	-0,480
Fruchtfarbe gelb		0,024	0,000
Fruchtfarbe rot		0,617	0,601
Geschmack		0,871	0,850

a



b



c

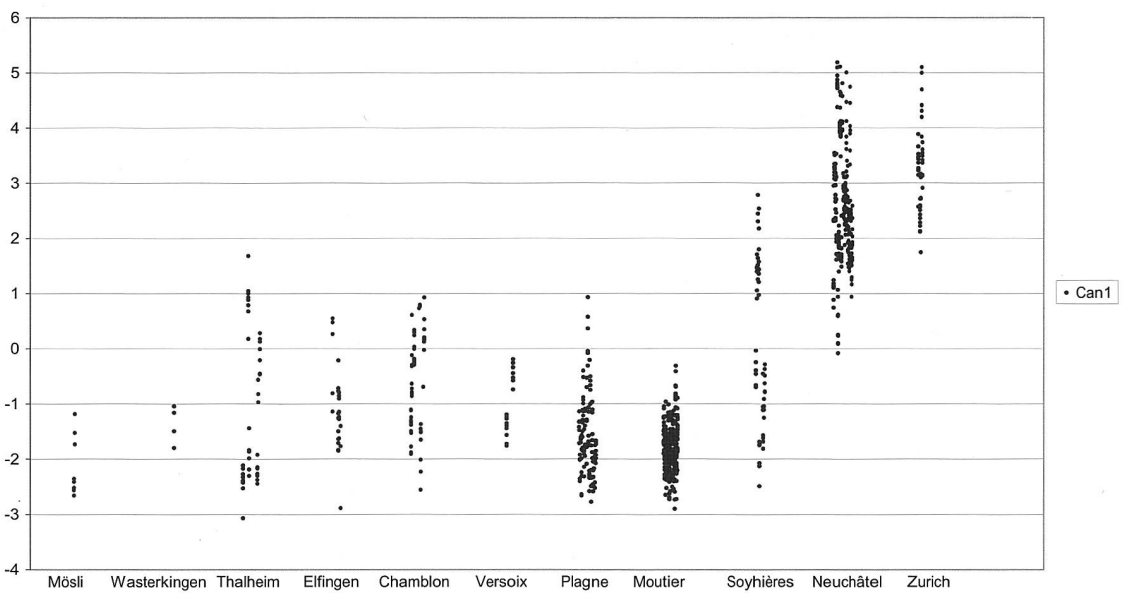


Abbildung 3: Darstellung der bestandesweise gruppierten Einzelwerte auf der Diskriminanzfunktion (CAN1) basierend auf a) 10 Blattmerkmalen, b) 12 Fruchtmerkmalen, c) allen Blatt- und Fruchtmerkmalen kombiniert.

Bei den beiden rechts stehenden Bestände Neuchâtel und Zürich handelt es sich um Kulturbirne.

Figure 3: Scores on the canonical discriminant function (CAN1), sorted by populations, based on a) 10 leaf traits, b) 12 fruit traits and c) all leaf and fruit traits combined.

The two populations in Neuchâtel and Zürich on the right are the cultivars.

wenig zugespitzte Blätter typisch sind, also die Wildbirne beschreiben. *Abbildung 3c* zeigt, dass sich Wild- und Kulturbirne in ihren Werten auf CAN1 klar unterscheiden (positive Werte für Kultur-, negative Werte für Wildbirne), wenngleich in fünf Wildbeständen einzelne positive Werte, d.h. ein gewisser Kultureinfluss, zu beobachten ist. Die Klassifikation sämtlicher Individuen mittels KDA bestätigt die gute Trennung der beiden Gruppen: 97% der Bäume werden richtig klassifiziert, wobei sowohl Wild- wie auch Kulturbirne zu je 97% richtig zugeordnet werden. In fünf Wildbirnenbeständen weisen insgesamt zwölf Bäume für einzelne Merkmale positive Werte von CAN1, d.h. Kultureinfluss, auf: Thalheim (zwei Bäume, 100% bzw. 43% der Merkmale), Elfingen (ein Baum, 60% der Merkmale), Chamblon (fünf Bäume, 100%, 100%, 86%, 40% und 11% der Merkmale), Plagne (ein Baum, 50% der Merkmale) und Soyhières (drei Bäume, alle 100% der Merkmale). Von den Kulturbirnen weist lediglich ein Baum in Neuchâtel an einem Merkmal (10%) einen negativen CAN1 Wert auf.

4. Diskussion

Anhand ihrer spezifischen Blatt- und Fruchtmerkmale können Wild- und Kulturbirne gut voneinander unterschieden werden. Die Blattmerkmale sind für die Ansprache allerdings deutlich schlechter geeignet als die Fruchtmerkmale, weil sie eine höhere Variabilität aufweisen. Die Wertbereiche der meisten Blattmerkmale der beiden Arten überschneiden sich relativ stark. Die graphische Darstellung der Werte der ersten Hauptkomponente für die Blattmerkmale zeigt, dass die Blätter von Wild- und Kulturbirne zwar gewisse morphologische Unterschiede aufweisen (vor allem in der Grösse, Form und Stiellänge), dass diese Unterschiede jedoch zu wenig differenziert sind, um die beiden Arten allein anhand der Blätter eindeutig unterscheiden zu können (*Abbildung 2a*). Mittels bestimmter Fruchtmerkmale ist die Artansprache hingegen sehr gut möglich. Leider müssen Birnbäume aber oft allein aufgrund ihrer Blattmerkmale identifiziert werden, weil keine Früchte verfügbar sind (junge Bäume, falsche Jahreszeit, fehlende Fruchtbildung bei unterdrückten, eingeklemmten Exemplaren). In diesem Fall eignen sich besonders die Blattlänge, Blattform (Quotient Blattlänge/-breite), Länge des Blattstiels sowie die Dornigkeit der Zweige für die Unterscheidung, wobei die Blattlänge deutlich die beste Trennschärfe besitzt (F-Wert bzw. erklärter Varianzanteil). Die Frage, wie gut Wild- und Kulturbirne allein an den Blättern unterschieden werden können, lässt sich nicht eindeutig beantworten, weil unsere Ergebnisse sich teilweise widersprechen. Mit Hilfe der vier besten Blattmerkmale lassen sich mit einer quadratischen Diskriminanzfunktion 95% der Wild- und 80% der Kulturbirnen, insgesamt 89% der Bäume, richtig klassifizieren. Deutlich schlechter ist das Ergebnis hingegen mit Hilfe einer kanonischen DA unter Einbezug aller Blattmerkmale. Lediglich 60% der Wildbirnen, dafür sämtliche Kulturbirnen (insgesamt 80% der Bäume) lassen sich korrekt zuordnen. Diese Unterschiede in der Klassifikationsgenauigkeit, insbesondere aber die umgekehrten Zuordnungsergebnisse für die beiden Arten, sind ein Hinweis dafür, dass die Daten der Blattmerkmale die Voraussetzungen für die Diskriminanzanalyse (multivariate Normalverteilung der Werte, geringe Multikollinearität der Merkmale und Homogenität der Dispersion der Daten für beide Gruppen) nicht oder nur ungenügend erfüllen. Das deutlich schlechtere Klassifikationsergebnis der linearen Funktion im Vergleich zur quadratischen Funktion ist wahrscheinlich die Folge von inhomogenen Varianz-Kovarianzmatrizen der beiden Gruppen; dies führt bei der kanonischen Transformation zu Verzerrungen der Daten. Unsere Ergebnisse der beiden Diskriminanzanalysen mit den Blattmerk-

malen haben deswegen wohl bloss deskriptiven Charakter; der Klassifikationserfolg mit Hilfe der quadratischen Funktion dürfte zu hoch geschätzt sein. Die Ergebnisse von Hauptkomponenten- (*Abbildung 2a*) und Diskriminanzanalyse (*Tabelle 3*, Blatt- und Fruchtmerkmale) zeigen jedenfalls klar, dass sich die Blattmerkmale deutlich schlechter für die Unterscheidung der Arten eignen als die Fruchtmerkmale; selbst die besten Blattmerkmale tragen nur einen geringen Anteil zur Unterscheidung der beiden Arten bei. Während die drei besten Fruchtmerkmale (Geschmack, maximale Breite der Frucht und Fruchtfarbe rot) zusammen 75% Varianz der Gruppenunterschiede erklären, sind es für die signifikanten Blattmerkmale insgesamt nur 2,2% (*Tabelle 3*). Die Blattlänge als trennschärfstes Merkmal trägt gerade einmal 1% zur Varianz bei. Stehen für die Ansprache der Bäume also nur die Blätter zur Verfügung, so lassen sich Wild- und Kulturbirne nur sehr unzuverlässig ansprechen und identifizieren; aufgrund unserer Ergebnisse muss schätzungsweise mit einer Fehlerquote von 20 bis 40% gerechnet werden.

Eine Überprüfung der Ansprache mit Hilfe von Fruchtmerkmalen ist deshalb unerlässlich, wenn zuverlässige Ergebnisse verlangt werden. Die in der Literatur genannten Mittelwerte der verschiedenen Blattmerkmale treffen für die untersuchten Wildbirnen zu, sie weichen hingegen bei den Kulturbirnen teilweise deutlich davon ab (*Tabelle 1*, fett angegebene Werte). Für Blattlänge und Blattform (Quotient) liessen sich die Unterschiede bestätigen, bei Blattbreite und Stiellänge waren sie hingegen deutlich weniger ausgeprägt als beschrieben. Von den Blättern der als Wildbirnen klassifizierten Bäume (KDA mit kombinierten Merkmalen) waren 98,5% kleiner oder höchstens 5 cm lang, bzw. 99,7% der Blätter waren schmaler oder höchstens 5 cm breit. Bei den Kulturbirnen dagegen waren nur 86,5% der Blätter 5 cm lang oder länger, und gerade mal 19% aller Blätter erreichten oder übertrafen 5 cm Breite. Diese Ergebnisse machen deutlich, dass hauptsächlich die Variation der Merkmale bei Kulturbirne dafür verantwortlich ist, dass eine klare Unterscheidung anhand der Blattmerkmale nicht möglich ist. Ursprüngliche Kultursorten weisen offensichtlich ähnliche Blattmerkmale wie Wildbirne auf; diese Feststellung dürfte auch für spontane Rückkreuzungen und verwilderte Kultursorten zutreffen. Umgekehrt verhält es sich hingegen bei der Dornigkeit der Zweige. Bei Kulturbirne trat dieses Merkmal nie auf, bei Wildbirne hingegen war es bei 65% der Bäume vorhanden. Dornigkeit der Zweige ist folglich ein klares Indiz für Wildbirne, fehlende Dornigkeit hingegen kein eindeutiger Beweis für die Kulturbirne (siehe dazu auch WAGNER & KLEINSCHMIT 1995).

Eine sichere Ansprache und Unterscheidung von Wild- und Kulturbirne ist möglich, wenn Früchte zur Verfügung stehen. Besonders geeignet sind die Fruchtmerkmale Geschmack, Fruchtgrösse (Länge und Breite) und Fruchtfarbe rot bzw. grün (*Tabelle 3*). Verwendet man zusätzlich auch Länge und Dicke des Fruchtstiels, so lassen sich Wild- und Kulturbirne mit einer hohen Zuverlässigkeit von 97% richtig ansprechen und zuordnen. Die von uns ermittelten Werte für die Fruchtmerkmale von Wild- und Kulturbirne (*Tabelle 1*, fett gedruckte Werte) entsprechen im Wesentlichen den Angaben der Literatur, ebenso die Grenzwerte für die beiden Arten. Besonders ausgeprägt waren die Unterschiede in Fruchtgrösse (Länge und Breite) und Stieldurchmesser. Ebenfalls deutlich waren die Unterschiede in der Fruchtfarbe rot (vorhandene oder fehlende Rotbackigkeit). Geringer als von WAGNER (1996) bzw. HOFMANN (1993) beschrieben waren hingegen die Unterschiede im Verhältnis Stiellänge zu Fruchtlänge. Unsere Wildbirnen wiesen Fruchtstiele auf, die wesentlich kürzer waren als die Frucht; sie glichen diesbezüglich der Kulturbirne deutlich stärker als beschrieben. Die Eignung der Fruchtmerkmale für die

Ansprache und Unterscheidung von Wild- und Kulturbirne wird durch die Ergebnisse der kanonischen DA bestätigt. *Abbildung 3b* illustriert die gute Trennung der Wertbereiche beider Arten auf CAN1. Mit Ausnahme von 14 Bäumen aus fünf Beständen weisen alle Wildbirnen negative, alle Kulturbirnen positive Einzelwerte auf. Mit Hilfe der kanonischen Funktion, die in unserem Fall hauptsächlich die Merkmale Geschmack, Länge und Breite der Frucht, Fruchtfarbe rot sowie Fruchtstiellänge und -stieldicke repräsentiert, lassen sich 98% der Wild- und 84% der Kulturbirnen, insgesamt 91% der Bäume, richtig zuordnen.

Die beste Ansprache und Klassifikation von Wild- und Kulturbirnen erhält man, wenn sowohl Blatt- wie Fruchtmerkmale verwendet werden. Die beiden Arten lassen sich in diesem Fall mit einer erstaunlich hohen Zuverlässigkeit bestimmen. Mit einer kanonischen Diskriminanzanalyse ist es möglich, Wild- und Kulturbirnen anhand ihrer Blatt- und Fruchtmerkmale mit einer Sicherheit von je 97% richtig anzusprechen und zuzuordnen. Positive Werte auf der kanonischen Funktion (CAN1) charakterisieren die Kulturbirne mit ihren grossen, länglichen, rotbackigen, meist wohlschmeckenden Früchten mit langen, dicken Fruchtstielen und vergleichsweise schmalen und zugespitzten Blättern (*Tabelle 4*). Negative Werte beschreiben die Wildbirne, die kleine, rundliche, meist grüne und herbe Früchte mit kurzen, dünnen Stielen besitzt und über kleine, rundliche, wenig zugespitzte Blätter verfügt. Beide Methoden der DA zeigen klar, dass vor allem Fruchtmerkmale für die Unterscheidung geeignet sind; die Blattmerkmale tragen im besten Fall rund 5% zur Verbesserung der Ansprachegenauigkeit bei. Die Ergebnisse zeigen auch, dass beide Methoden der Diskriminanzanalyse zu fast identischen Ergebnissen führen; dies ist ein Zeichen für eine robuste Schätzung der beiden Diskriminanzfunktionen.

Sowohl die Ergebnisse der Klassifikation mittels KDA (kombinierte Merkmale) wie auch eine Analyse der Graphik der kanonischen Werte geordnet nach Beständen (*Abbildung 3c*) weisen darauf hin, dass die Wildbirne in der Schweiz über eine hohe Artreinheit bzw. «Wildheit» verfügt. Dieses Ergebnis ist in dieser Deutlichkeit unerwartet, gleichzeitig aber erfreulich. Lediglich rund 5% der 220 untersuchten Wildbirnen wiesen für einige ihrer Blatt- oder Fruchtproben positive CAN1-Werte auf. Bei diesen Bäumen bestehen also Zweifel hinsichtlich ihrer Artreinheit. Setzt man für die Wildbirne negative und für die Kulturbirne positive Werte voraus, was aufgrund unserer Ergebnisse sinnvoll scheint (*Abbildung 2c*), so wiesen zwölf Bäume aus den folgenden fünf Wildbeständen Kulturmerkmale auf: Thalheim (zwei Bäume), Elfingen (1), Chamblon (5), Plagne (1) und Sohyières (3). Geringfügig abweichende Ergebnisse ergibt die Klassifikation der KDA (kombinierte Merkmale). Neun Bäume aus fünf Beständen werden so der Gruppe der Kulturbirne zugeordnet: Thalheim (ein Baum), Chamblon (2), Versoix (1), Plagne (1) und Sohyières (4). Bei den Beständen von Chamblon und Sohyières besteht also erheblicher und übereinstimmender Verdacht auf Kultureinfluss. Je ein Baum in Thalheim und Plagne wird mit beiden Verfahren als Kulturbirne klassifiziert. Bei den beiden Bäumen in Elfingen und Versoix ist der Verdacht hingegen weniger begründet. Einerseits werden sie nicht mit beiden Verfahren als Kulturbirnen angesprochen, andererseits sind es beim Baum in Elfingen nur 60%, bei jenem in Versoix gar nur 12,5% der Proben, die der Kulturform zugeordnet werden. Nachträgliche Recherchen in den genannten Beständen bestätigen den Kulturverdacht in drei Fällen. In Sohyières stehen die fraglichen Bäume am Rand einer Viehweide, in deren Mitte sich eine Plantage mit Kultursorten befindet. Der Verdacht, es könnte sich bei drei der untersuchten Bäume ebenfalls um gepflanzte Kulturbirnen handeln, tauchte bereits bei der Probennahme auf. Eine

alternative Möglichkeit wäre die Entstehung durch Hybridisierung oder Rückkreuzung zwischen den beiden vorhandenen Arten. In Chamblon, dem zweiten Standort mit einem deutlichen Anteil an Kultureinfluss, handelt es sich aufgrund unserer Recherchen um eine private Pflanzung, für welche mit grosser Wahrscheinlichkeit nicht artreine Wildbirne verwendet wurde. Weil gewisse Bäume in dieser Fläche nachweislich reine Wildbirnen sind, ist es denkbar, dass Nachkommen einer verwilderten Kulturbirne verwendet worden sind. Im Bestand Plagne wurden aufgrund unserer Nachforschungen existierende Wildbirnen mittels Pfropfung veredelt, wobei dies lediglich in einem Teil der Fläche geschehen sein soll. Für die Bestände Thalheim, Elfingen oder Versoix liessen sich weder Kulturen in der Umgebung noch andere Erklärungsmöglichkeiten finden. Allerdings ist der Verdacht hier lediglich für einen Baum in Thalheim gut begründet.

5. Schlussfolgerungen

Wild- und Kulturbirne lassen sich erstaunlich zuverlässig ansprechen und unterscheiden. Die in der Literatur genannten Blatt- und Fruchtmerkmale (*Tabelle 1*) können für die Ansprache der beiden Arten verwendet werden; ihre Eignung ist allerdings sehr unterschiedlich. Für eine fehlerfreie Ansprache müssen Früchte vorhanden sein, weil die Blattmerkmale zu wenig differenziert sind, um eine zuverlässige Unterscheidung zu ermöglichen. Für die Ansprache eignen sich in erster Linie die vier Fruchtmerkmale Geschmack, Fruchtgrösse (Länge und Breite), Form der Frucht sowie Fruchtfarbe (rot und grün) sowie zusätzlich Blattgrösse und Dornigkeit. Zweigdornen sind ein gutes, allerdings nicht obligatorisches Merkmal für «Wildheit»; keine der untersuchten Kulturbirnen, aber rund zwei Drittel der Wildbirnen hatten dornige Zweige. Wildbirnen erkennt man an ihren langstieligen, kleinen, runden, wenig zugespitzten Blättern von weniger als 5 cm Länge und Breite. Die Früchte sind klein, rund (<3 cm in Länge und Breite) und kaum birnenförmig; sie weisen kurze (kürzer als die Frucht) und dünne Fruchtstiele auf. Die herben, nie süssen, oft stark adstringierenden Früchte sind grün bzw. gelb, jedoch nie rotbackig. Weil viele der Wildbirnen keine oder nur sehr selten Früchte tragen, ist die einwandfreie Identifikation dieser Baumart in der Praxis oft nicht möglich. Da die Wildbirne in der Schweiz aufgrund unserer Ergebnisse jedoch über eine erstaunlich hohe Artreinheit zu verfügen scheint, ist dieser Umstand nicht allzu gravierend; bei der praktischen waldbaulichen Arbeit darf generell und mit einer hohen Wahrscheinlichkeit davon ausgegangen werden, dass es sich bei Bäumen im Wald um artreine Wildbirnen handelt. Die morphologische Ansprache ist daher nicht zwingend nötig. Wichtig ist die exakte Identifikation der Art hingegen, wenn Erhaltungsbestände ausgeschieden, Bäume für *Ex-situ*-Erhaltungsmassnahmen ausgewählt oder wissenschaftliche Untersuchungen durchgeführt werden sollen. Auch Bäume, die für die Nachzucht verwendet werden, sollten selbstverständlich auf ihre Artreinheit überprüft werden. Zu diesem Zweck müssen die Bäume in aller Regel jedoch vorgängig begünstigt und zur Fruchtbildung angeregt werden.

Zusammenfassung

Die Wildbirne (*Pyrus pyraeaster* (L.) Burgsd.) gehört zu den seltenen und gefährdeten Baumarten der Schweiz. Weil ihre Ansprache und Abgrenzung von der Kulturbirne (*Pyrus communis* L.) schwierig ist, fehlten bisher Angaben zur Artreinheit ihres Bestandes. Die wahre Situation der Wildbirne in der Schweiz (Bestand, Gefährdung) liess sich deswegen bisher kaum beurteilen. Die vorliegende Arbeit präsentiert erstmals

Ergebnisse einer Untersuchung an 220 Wildbirnen von 13 verschiedenen Standorten zwischen Genf und Schaffhausen sowie an 30 verschiedenen Kultursorten aus zwei Plantagen. Zehn Blatt- und zwölf Fruchtmerkmale wurden an 5140 Blättern bzw. 1030 Früchten erfasst und mit Hilfe der Hauptkomponenten- und Diskriminanzanalyse untersucht. Die Ergebnisse zeigen, dass die Blätter weniger gut geeignet sind, um die beiden Arten zu unterscheiden. Stehen hingegen auch Früchte zur Verfügung, so lassen sich Wild- und Kulturbirne sehr zuverlässig ansprechen. Geschmack, Grösse (Länge und Breite), Form und Farbe der Früchte sind die besten Unterscheidungsmerkmale; die Blattlänge und die Dornigkeit der Zweige tragen ebenfalls, aber nur wenig, zur Unterscheidung bei. Mit Hilfe einer kanonischen Diskriminanzanalyse konnten 97% der Wildbirnen bzw. 97% der Kulturbirnen richtig zugeordnet werden. Die Ergebnisse weisen überdies darauf hin, dass die Wildbirne in der Schweiz über eine erstaunlich hohe Artreinheit zu verfügen scheint. Nur etwa 5% der Bäume aus den untersuchten Wildbeständen wiesen gewisse Kulturmerkmale auf. In drei der fünf Bestände mit Kultureinfluss liess sich der morphologische Befund durch nachträgliche Recherchen erhärten bzw. auf anthropogenen Einfluss zurückführen.

Summary

The situation of the wild pear (*Pyrus pyraster* (L.) Burgsd.) in Switzerland: morphological characterisation, differentiation from the cultivated pear and degree of purity in its occurrence

Wild pear (*Pyrus pyraster* (L.) Burgsd.) is one of Switzerland's rare and endangered tree species. However, the similarity between wild and cultivated forms makes the conservation and promotion of the species difficult and the current status and situation of wild pear is therefore largely unknown. The aim of this investigation was to find suitable traits or trait combinations that would allow us to identify and distinguish between the two forms and to estimate the degree of purity of the remaining populations. For this purpose 220 wild pears from 13 natural populations and 30 cultivars from two production orchards were selected. Ten leaf and fourteen fruit traits were measured and analysed with multivariate statistics. Results show that wild and cultivated pear can be distinguished with a very high precision when fruit traits are available, but with far less accuracy when only leaf traits are used. Fruit size, taste and colour, and to a lesser extent, leaf size and presence or absence of spikes are best suited for species identification. Classification based on discriminant analysis delivered correct results for 97% of the classified trees. Results indicate that the native populations of wild pear in Switzerland have maintained a high degree of purity. Only 5% of the sampled wild pears showed some characteristics of cultivation.

Résumé

La situation du poirier sauvage (*Pyrus pyraster* (L.) Burgsd.) en Suisse: caractères morphologiques, différenciation par rapport au poirier cultivé et pureté des populations

Le poirier sauvage (*Pyrus pyraster* (L.) Burgsd.) fait partie des essences rares et menacées de Suisse. Comme la détermination de cette espèce et sa différenciation par rapport au poirier cultivé (*Pyrus communis* L.) sont difficiles, les données quant à la pureté des populations faisaient défaut jusqu'ici et il était quasiment impossible d'en établir un état de situation (grandeur de la population, menaces). Le présent travail expose

pour la première fois les résultats d'une étude portant sur 220 poiriers sauvages répartis dans 13 stations de Genève à Schaffhouse, ainsi que sur 30 variétés cultivées issues de deux plantations. Dix caractéristiques foliaires et 12 attributs du fruit ont été recensés sur 5140 feuilles et 1030 fruits, puis étudiés par l'analyse en composantes principales et l'analyse discriminante. Les résultats montrent que les feuilles conviennent moins bien à la distinction des deux espèces. En présence de fruits, il est très aisé de différencier le poirier sauvage du poirier cultivé. La saveur, la grandeur (longueur et largeur), la forme et la couleur des fruits sont les meilleurs signes distinctifs. La longueur des feuilles et la présence d'épines sur les rameaux contribuent aussi, mais dans une moindre mesure, à la distinction. Une analyse discriminante canonique a permis de définir correctement 97% des poiriers sauvages et 97% des poiriers cultivés. Les résultats montrent en outre que la pureté des poiriers sauvages est étonnamment élevée en Suisse, 5% seulement des poiriers sauvages étudiés présentant des caractéristiques de l'espèce cultivée. Dans trois des cinq peuplements ayant subi une influence culturelle, des recherches supplémentaires ont permis de confirmer le diagnostic morphologique, respectivement de mettre en évidence l'influence humaine.

Traduction: CLAUDE GASSMANN

Literatur

- AAS, G. 2000: Die Wildbirne aus systematisch-botanischer Sicht. LWF Bericht Nr. 23, Bayerische Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft, München.
- BARENGO, N.; RUDOW, A.; SCHWAB, P. 2001: Förderung seltener Baumarten auf der Schweizer Alpennordseite. Merkblätter ETHZ/Buwal, Bern (auch online unter http://www.seba.ethz.ch/merkblatt/frame_merkblatt.htm (deutsch), http://www.seba.ethz.ch/merkblatt_f/frame_merkblatt_f.htm (französisch)).
- FITSCHEN, J. 1994: Gehölzflora. 10. Auflage, überarbeitet von F.H. Meyer et al., Quelle & Meyer, Heidelberg u.a.
- HOFMANN, H. 1993: Zur Verbreitung und Ökologie der Wildbirne (*Pyrus communis* L.) in Süd-Niedersachsen und Nordhessen sowie ihrer Abgrenzung von verwilderten Kulturbirnen (*Pyrus domestica* Med.). Mitt. Dtsch. dendrol. Ges. 81: 27–69.
- KUTZELNIGG, H. 1995: Unterfamilie *Maloideae*. In: Hegi, G.: Illustrierte Flora von Mitteleuropa. 2. Auflage, Band IV, Teil 2 B, Weissdorn Verlag, Jena.
- WAGNER, I. 1995: Identifikation von Wildapfel (*Malus sylvestris* (L.) Mill.) und Wildbirne (*Pyrus pyraster* (L.) Burgsd.). Voraussetzung zur Generhaltung des einheimischen Wildobstes. Forstarchiv 66: 39–47.
- WAGNER, I. 1996: Zusammenstellung morphologischer Merkmale und ihrer Ausprägungen zur Unterscheidung von Wild- und Kulturformen des Apfel- (*Malus*) und Birnbaumes (*Pyrus*). Mitt. Dtsch. dendrol. Ges. 82: 87–108.
- WAGNER, I.; KLEINSCHMIT, J. 1995: Erhaltung von Wildobst in Nordwestdeutschland. AFZ/Der Wald 26:1458–1462.

Dank

Die Daten der Wildbirnenbestände wurden freundlicherweise durch das Team des Projektes «Erhaltung und Förderung seltener Baumarten» (Seba) zur Verfügung gestellt. Einen Standort der Wildbirne verdanken wir den Angaben von Dr. Rolf Holderegger von der WSL. Wir danken zudem Dr. D. Mandallaz von der ETH Zürich für die statistische Beratung.

Autoren

Dr. PETER ROTACH, dipl. Forsting. ETH, Departement Umweltwissenschaften, Professur Waldbau, ETH Zentrum, 8092 Zürich. E-Mail: peter.rotach@env.ethz.ch.
 MARC BAUME, dipl. Forsting. ETH, Abteilung Landschaftsinventuren, Forschungsbereich Landschaft, Eidgenössische Forschungsanstalt WSL, Zürcherstrasse 111, 8903 Birmensdorf. E-Mail: marc.baume@wsl.ch.