



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU
Wald- und Holzforschungsförderung Schweiz WHFF-CH

Office fédéral de l'environnement OFEV
Soutien à la Recherche Forêt et Bois en Suisse FOBO-CH

Ufficio federale dell'ambiente UFAM
Sostegno alla ricerca sulle foreste e il legno FOLE-CH



KWL	Konferenz für Wald, Wildtiere und Landschaft
CFP	Conférence pour la forêt, la faune et le paysage
CFP	Conferenza per la foresta, la fauna e il paesaggio

Wald- und Holzforschungsförderung Schweiz WHFF-CH

Projekt DokuTool Zukunftsbaumarten

Fachlicher Schlussbericht

Filisur, 14.01.2025

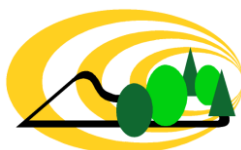
Beteiligte Institutionen und Personen:

Fachstelle Gebirgswaldpflege GWP, Försterschule 2, 7304 Maienfeld, Samuel Zürcher

Fachstelle Waldbau FWB, Bildungszentrum Wald, 3250 Lyss, Dr. Peter Ammann

Eidg. Forschungsanstalt WSL, Zürcherstr. 111, 8903 Birmensdorf, Dr. Kathrin Streit und Jens Nitzsche

BFH-HAFL, Länggasse 85, 3052 Zollikofen, Jean-Jacques Thormann und Valentin Brühwiler




Inhaltsverzeichnis

1	KURZINFORMATION.....	3
2	ABSTRACT.....	4
3	ERFASSTE VORKOMMEN IM DOKUTOOL	5
3.1	Anzahl Vorkommen, geografische Verbreitung	5
3.2	Anzahl Vorkommen nach Kantonen	6
3.3	Anzahl Datensätze total	6
3.4	Erfasste Baumarten	7
3.5	Anzahl Vorkommen nach Begründungsjahr	10
3.6	Erfasste Vorkommen nach Höhenstufe	10
3.7	Vorkommen nach Standortstyp	11
3.8	Vorkommen nach Erfolgsbeurteilung	12
4	AUSGEWÄHLTE ERGEBNISSE ZU SPEZIFISCHEN FRAGEN	13
4.1	Buche ausserhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebiets	13
4.2	Schwarznuss - Standortseignung	15
4.3	Riesenlebensbaum - Standortseignung.....	16
4.4	Grosse Küstentanne – eine Gastbaumart mit Problemen	17
4.5	Douglasien in Hochlagen	18
5	WEITERE WIRKUNGEN DES DOKUTOOLS	19
6	FOLGERUNGEN UND VERBESSERUNGSMÖGLICHKEITEN	19
7	AUSBLICK.....	22

1 Kurzinformation

Projekttitel	Gewünschter Kurztitel	DokuTool Zukunftsbaumarten
	Gemäss Verfügung	Dokumentations-Tool Zukunftsbaumarten
Projektnummer	Gemäss Verfügung	01.0101.PZ/0022 / CFB2EE131 / 2021.16
Projektleitung	Name, Vorname, Organisation, Adresse, Telefon, E-Mail	Zürcher Samuel, Fachstelle Gebirgswaldpflege GWP Försterschule 2, 7304 Maienfeld 081 403 33 61, samuel.zuercher@ibw.ch Peter Ammann, Fachstelle Waldbau FWB
Berichtsautor/en	Name, Organisation	Peter Ammann, Fachstelle Waldbau FWB
Projektbeteiligte	Name, Organisation	Samuel Zürcher, Fachstelle GWP Peter Ammann, Fachstelle FWB Peter Brang †, WSL Jens Nitzsche, WSL Kathrin Streit, WSL Valentin Brühwiler, HAFL Jean-Jacques Thormann, HAFL
Projektbeschrieb	Max. 400 Zeichen (d)	Es wird ein praxisorientiertes Tool für die Dokumentation von Pflanzungen und anderen Vorkommen entwickelt, welches die Inwertsetzung der Erfahrungen für die Anpassung des Waldes an den Klimawandel ermöglicht. Nach der Fertigstellung wird das Tool in der Praxis eingeführt und dazu verwendet, neuere und ältere Vorkommen von Pflanzungen u. dgl. zu sammeln, zu dokumentieren und auszuwerten.
	Max. 400 Zeichen (f/i oder e)	Un outil orienté vers la pratique est en cours d'élaboration pour la documentation des plantations et d'autres occurrences, qui permettra de valoriser les expériences pour l'adaptation de la forêt au changement climatique. Une fois complété, l'outil sera introduit dans la pratique et utilisé pour collecter, documenter et évaluer les plantations récentes et anciennes.
Projektresultate	Max. 400 Zeichen (d)	* Tool ist unter https://zukunftsbaumarten.ch verfügbar * Per Projektende sind 574 Vorkommen erfasst * Das Tool wurde in vier Fachzeitschriften und an einer Tagung, sowie diversen Kantonen/Forstdiensten vorgestellt.
	Max. 400 Zeichen (f/i oder e)	* L'outil est disponible sur https://essencesfutures.ch * A la fin du projet, 560 occurrences ont été saisies. * L'outil a été présenté dans quatre revues spécialisées, lors d'une conférence et aux quelques cantons/services forestiers.
Stichworte, Schlüsselworte	Max. 4 Worte	Waldbau; Klimawandel; Erfahrungswissen; Web-Anwendung

Kosten Gesamtbudget	In CHF (incl. MWST)		150'000.-
Beitrag WHFF-CH	In % Gesamtbudget		27%
	In CHF (incl. MWST)		40'440.- (Teil BAFU)
Tranchen WHFF-CH	Pro Jahr in CHF (incl. MWST)		2023 = 20'000.- 2024 = 20'440.-
Projektstart	Datum		1.12.2021
Projektende	Datum		31.12.2024
Projektdauer	Anzahl Monate		37

Ort, Datum	Ort, Datum	Filisur, 14.01.2025
Unterschrift	Elektronisch oder physisch	

2 Abstract

Im Projekt wurde ein praxisorientiertes Tool für die Dokumentation von Pflanzungen und anderen Vorkommen entwickelt, welches die Inwertsetzung der Erfahrungen für die Anpassung des Waldes an den Klimawandel fördert. Seit der Fertigstellung wird das Tool in der Praxis eingeführt und dazu verwendet, neuere und ältere Vorkommen von Pflanzungen u. dgl. zu sammeln, zu dokumentieren und auszuwerten.

Hauptergebnisse:

- Tool ist unter <https://zukunftsbaumarten.ch> und verfügbar
- Per Projektende sind 573 Vorkommen erfasst
- Das Tool wurde in vier Fachzeitschriften und an einer Tagung vorgestellt.

Un outil pratique a été développé pour la documentation des plantations et d'autres éléments, qui permet de valoriser les expériences pour l'adaptation des forêts au changement climatique. Depuis son introduction, l'outil est utilisé dans la pratique pour collecter, documenter et évaluer les plantations et d'autres éléments récentes et anciennes.

Résultats principaux :

- L'outil est disponible sur <https://essencesfutures.ch>
- A la fin du projet, 573 occurrences ont été saisies.
- L'outil a été présenté dans quatre revues spécialisées et lors d'une conférence.

3 Erfasste Vorkommen im DokuTool

3.1 Anzahl Vorkommen, geografische Verbreitung

Beim Stichtag der Auswertung am 19.12.2024 waren 573 Vorkommen von Zukunftsbaumarten erfasst. Die Vorkommen befinden sich in der gesamten Schweiz. Besonders aktive Nutzer sind erkennbar, z.B. in Scuol/Valsot GR, in Bergün GR oder in Frauenfeld TG. Im Kanton NE scheinen noch keine Vorkommen erfasst worden zu sein.

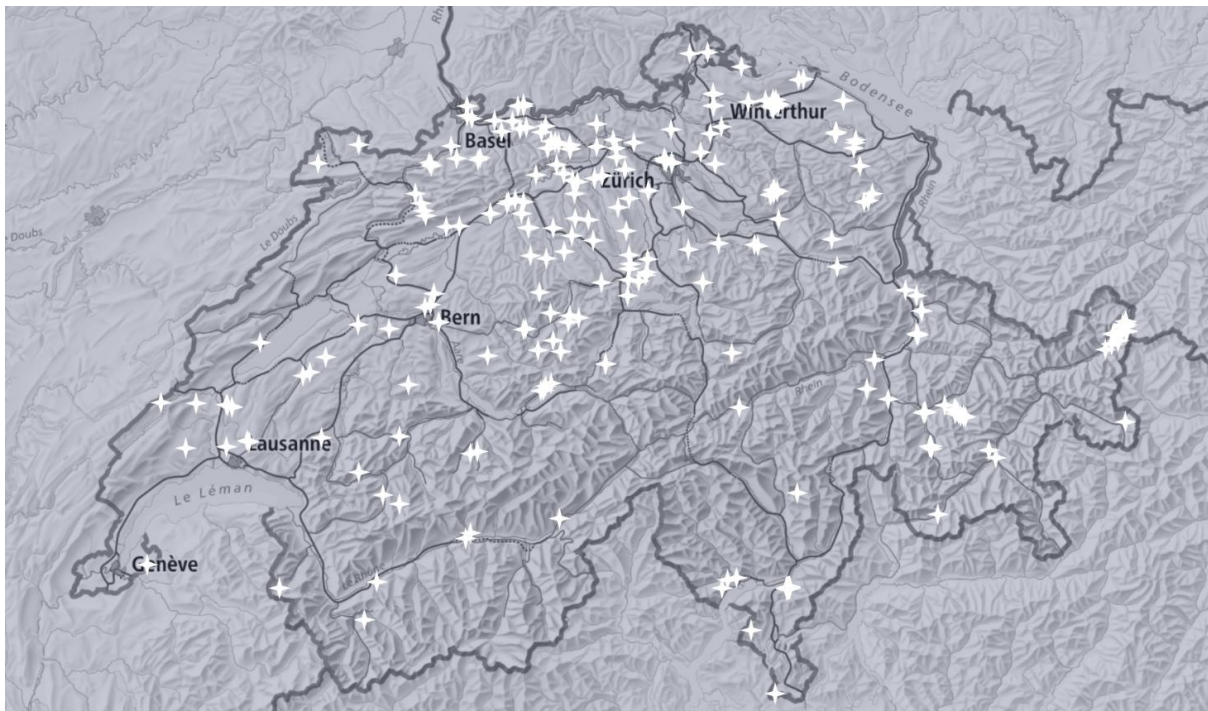


Abbildung 1: Geografische Lage der bisher im DokuTool erfassten Vorkommen.

Auf der Schweizerkarte liegen die Punkte oft übereinander, z.B. die umfangreichen WSL-Versuchsflächen von Copera TI mit 275 Vorkommen. Die einzelnen Vorkommen werden beim Hineinzoomen erkennbar.

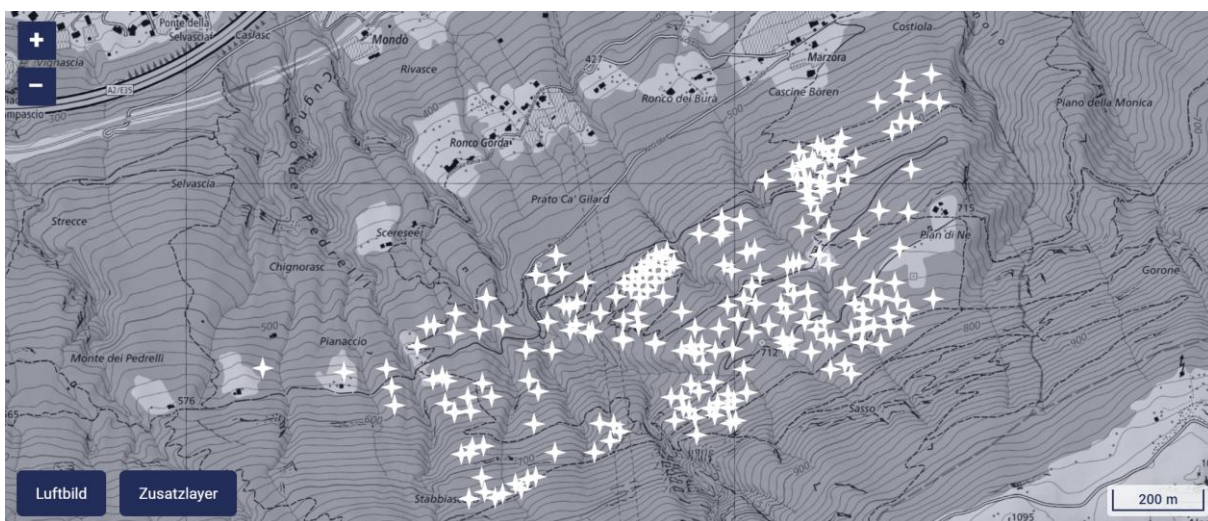


Abbildung 2: Versuchsflächen der WSL in Copera TI.

3.2 Anzahl Vorkommen nach Kantonen

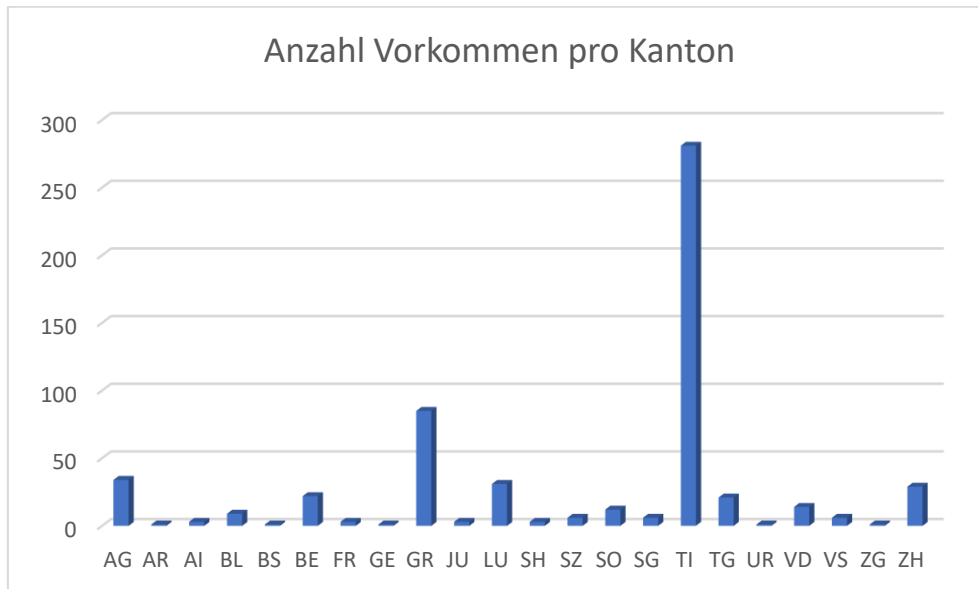


Abbildung 3: Anzahl Vorkommen nach Kantonen.

Absoluter Spitzenreiter ist der Kanton TI mit 281 Vorkommen. Es handelt sich zum grössten Teil um die grossen Versuchspflanzungen in Copera der WSL in den 1960er Jahren. Damals wurden mögliche Ersatzbaumarten gesucht für die Edelkastanie, welche durch den Kastanienrindenkrebs akut bedroht war. Die umfangreichen Pflanzungen gerieten später etwas in Vergessenheit, sind jetzt aber unter dem Aspekt des Klimawandels erneut von grossem Interesse.

Zahlreiche Vorkommen wurden auch bereits in den Kantonen GR (n=85), AG (34), LU (31), ZH (29), BE (22) und TG (21) erfasst. Einige Kantone hatten erst ein einziges Vorkommen. Noch keine Vorkommen gibt es aus den Kantonen GL, NE, NW und OW.

Systematisch erfasst wurden ebenfalls alle 57 Testpflanzungen zukunftsfähiger Baumarten der WSL. Ebenfalls wurden viele EFM-Flächen der WSL erfasst (Experimental Forest Management, früher ertragskundliche Versuchsflächen). Letztere sind besonders wertvoll, weil es sich oft um relativ alte Vorkommen mit langem Erfahrungsschatz handelt.

3.3 Anzahl Datensätze total

Viele Vorkommen enthalten mehrere Baumarten. Die Idee ist, dass bei gleichem Standort und Alter die Basisdaten nur einmal pro Vorkommen erfasst werden müssen. Dies erleichtert die Eingabe. Es handelt sich um die «klassische» Versuchsanlage bei neuen Pflanzungen (Testpflanzungen, Pflanzungen in Wildschutzzäunen im Gebirge). Die Anzahl Vorkommen pro einzelne Baumart, d.h. die Anzahl aller bisher erfassten Datensätze beträgt 1'786.

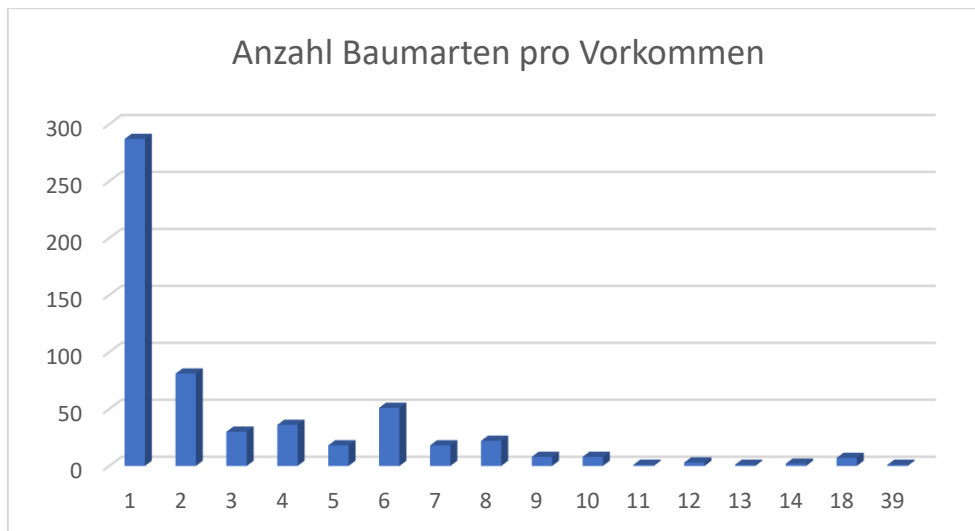


Abbildung 4: Anzahl Baumarten pro Vorkommen.

Die grosse Mehrheit der Vorkommen hat nur eine Baumart (n=287). Häufig sind Vorkommen mit 2 bis 6 Baumarten. Es gibt vereinzelte Vorkommen mit bis zu 14 Baumarten, sowie 7 Vorkommen mit 18 Baumarten (darunter die 6 «Supersites» der WSL-Testpflanzungen) und ein Vorkommen mit sogar 39 Baumarten.

3.4 Erfasste Baumarten

Die 1'786 Datensätze enthalten zum Zeitpunkt der Auswertung 116 verschiedene Baumarten. Darin zeigen sich die Bestrebungen zum Experimentieren mit Zukunftsbaumarten, d.h. auch gebietsfremde Arten einzuführen und auszuprobieren. Die Artenliste ist offen. Die Arten können aus einer Dropdown-Liste ausgewählt werden (kein freies Erfassen, um Mehrfach-Erfassungen der gleichen Art unter anderem oder falsch geschriebenem Namen zu vermeiden). Falls eine Art noch nicht in der Liste erfasst ist, kann sie durch die Administratoren eröffnet werden.

Die am häufigsten vorkommende Baumart ist die Douglasie mit 151 Datensätzen. Danach folgen aber nicht Gastbaumarten, sondern einheimische Baumarten wie Weissstanne, Lärche, Winterlinde, Waldföhre, Bergahorn, Fichte, Traubeneiche, Spitzahorn, Stieleiche und Buche. Erst auf Position 12 folgt als zweite Gastbaumart die Japanlärche mit 38 Datensätzen. 38 Baumarten kommen bisher nur einmal vor. In nachfolgender Tabelle ist die gesamte Liste der erfassten Baumarten mit der jeweiligen Anzahl Datensätze dargestellt.

Ranking	Baumart	Anzahl Datensätze
1	<i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco	151
2	<i>Abies alba</i> Mill.	142
3	<i>Larix decidua</i> Mill.	124
4	<i>Tilia cordata</i> Mill.	111
5	<i>Pinus sylvestris</i> L.	108
6	<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	97
7	<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	96
8	<i>Quercus petraea</i> (Matt.) Liebl.	91
9	<i>Acer platanoides</i> L.	70
10	<i>Quercus robur</i> L.	56
11	<i>Fagus sylvatica</i> L.	49
12	<i>Larix kaempferi</i> (Lamb.) Carrière	38
13	<i>Prunus avium</i> (L.) L.	34
14	<i>Juglans regia</i> L.	32
15	<i>Corylus colurna</i> L.	31

16	<i>Castanea sativa</i> Mill.	30
17	<i>Cedrus atlantica</i> (Endl.) Manetti ex. Carrière	27
18	<i>Acer opalus</i> Mill.	25
	<i>Pinus strobus</i> L.	25
	<i>Quercus cerris</i> L.	25
21	<i>Populus tremula</i> L.	20
	<i>Quercus rubra</i> L.	20
23	<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz	19
24	<i>Sorbus torminalis</i> (L.) Crantz	18
25	<i>Betula pendula</i> Roth	17
	<i>Ulmus glabra</i> Huds.	17
27	<i>Cedrus deodara</i> (Roxb.) G. Don	16
28	<i>Liriodendron tulipifera</i> L.	14
29	<i>Juglans nigra</i> L.	13
30	<i>Thuja plicata</i> Donn ex D. Don	12
31	<i>Carpinus betulus</i> L.	11
	<i>Taxus baccata</i> L.	11
33	<i>Populus spec.</i>	10
	<i>Tsuga heterophylla</i> (Raf.) Sarg.	10
35	<i>Abies grandis</i> (Dougl. ex D. Don) Lindl.	9
	<i>Picea spec.</i>	9
37	<i>Alnus glutinosa</i> (L.) Gaertn.	8
	<i>Pinus ponderosa</i> Douglas ex. C. Lawson	8
	<i>Prunus padus</i> L.	8
40	<i>Quercus pubescens</i> Willd.	7
41	<i>Cryptomeria japonica</i> D. Don.	6
	<i>Fraxinus excelsior</i> L.	6
	<i>Sequoiadendron giganteum</i> (Lindl.) Buchholz	6
44	<i>Abies procera</i> Rehder	5
	<i>Fagus orientalis</i> Lipsky	5
	<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	5
47	<i>Castanea crenata</i> Sieb. et Zucc.	4
	<i>Fagus spec.</i>	4
	<i>Fraxinus ornus</i> L.	4
	<i>Picea omorika</i> (Panc.) Purk.	4
	<i>Pinus nigra</i> Arnold	4
	<i>Pinus resinosa</i> Aiton	4
	<i>Quercus spec.</i>	4
	<i>Sequoia sempervirens</i> (D. Don) Endl.	4
	<i>Sorbus domestica</i> L.	4
	<i>Sorbus spec.</i>	4
57	<i>Abies nordmanniana</i> (Steven) Spach	3
	<i>Abies spec.</i>	3
	<i>Acer negundo</i> L.	3
	<i>Acer saccharum</i> Marshall	3
	<i>Ailanthus altissima</i> (Mill.) Swingle	3
	<i>Juglans x intermedia</i>	3
	<i>Larix x eurolepis</i> Henry	3
	<i>Metasequoia glyptostroboides</i> Hu et W.C. Cheng	3
	<i>Ostrya carpinifolia</i> Scop.	3
	<i>Pinus wallachiana</i> A. B. Jacks.	3
	<i>Salix spec.</i>	3
	<i>Ulmus minor</i> Mill.	3
69	<i>Abies nordmanniana</i> subsp. <i>equi-trojani</i> (Asch. & Sint. ex. Boiss.) Coode & Cullen	2
	<i>Acer campestre</i> L.	2
	<i>Cedrus libani</i> (L.) A. Rich.	2
	<i>Cercidiphyllum japonicum</i> Sieb. et Zucc.	2
	<i>Fraxinus americana</i> L.	2
	<i>Juglans cinerea</i> L.	2

	<i>Pinus contorta</i> Douglas ex Loudon	2
	<i>Pinus spec.</i>	2
	<i>Populus balsamifera</i> L.	2
	<i>Quercus x streimii</i> Heuff.	2
79	<i>Abies concolor</i> (Gordon et Glend.) Lindl. Ex Hildebr.	1
	<i>Abies magnifica</i> A.Murray bis	1
	<i>Acer tataricum</i> subsp. <i>ginnala</i> (Maxim.) Wesm.	1
	<i>Alnus incana</i> (L.) Moench	1
	<i>Betula papyrifera</i> Marshall	1
	<i>Betula pubescens</i> Ehrh.	1
	<i>Betula spec.</i>	1
	<i>Carya illinoensis</i> (Wangenh.) K.Koch	1
	<i>Castanea mollissima</i> Blume	1
	<i>Celtis australis</i> L.	1
	<i>Chamaecyparis lawsoniana</i> (A.Murray bis) Parl.	1
	<i>Cupressus arizonica</i> Greene	1
	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	1
	<i>Fraxinus spec.</i>	1
	<i>Gleditsia triacanthos</i> L.	1
	<i>Laburnum anagyroides</i> Medik.	1
	<i>Larix laricina</i> (Du Roi) K. Koch	1
	<i>Larix sibirica</i> Ledeb.	1
	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	1
	<i>Nyssa aquatica</i> L.	1
	<i>Picea orientalis</i> (L.) Peterm.	1
	<i>Picea sitchensis</i> (Bong.) Carrière	1
	<i>Picea spinulosa</i> (Griff.) A.Henry	1
	<i>Pinus nigra</i> var. <i>corsicana</i> (Loudon) Hyl.	1
	<i>Pinus pinaster</i> Aiton	1
	<i>Pinus x schwerinii</i> Fitschen	1
	<i>Platanus orientalis</i> L.	1
	<i>Platanus x hispanica</i> Münchh.	1
	<i>Populus nigra</i> L.	1
	<i>Prunus laurocerasus</i> L.	1
	<i>Prunus serotina</i> Ehrh.	1
	<i>Prunus spec.</i>	1
	<i>Pyrus pyrausta</i> Burgsd.	1
	<i>Quercus castaneifolia</i> C.A. Mey.	1
	<i>Robinia pseudoacacia</i> L.	1
	<i>Sorbus latifolia</i>	1
	<i>Tilia spec.</i>	1
	<i>Tilia tomentosa</i> Moench	1

Tabelle 1: Bisher im DokuTool erfasste Baumarten, sortiert nach Anzahl Datensätzen.

3.5 Anzahl Vorkommen nach Begründungsjahr

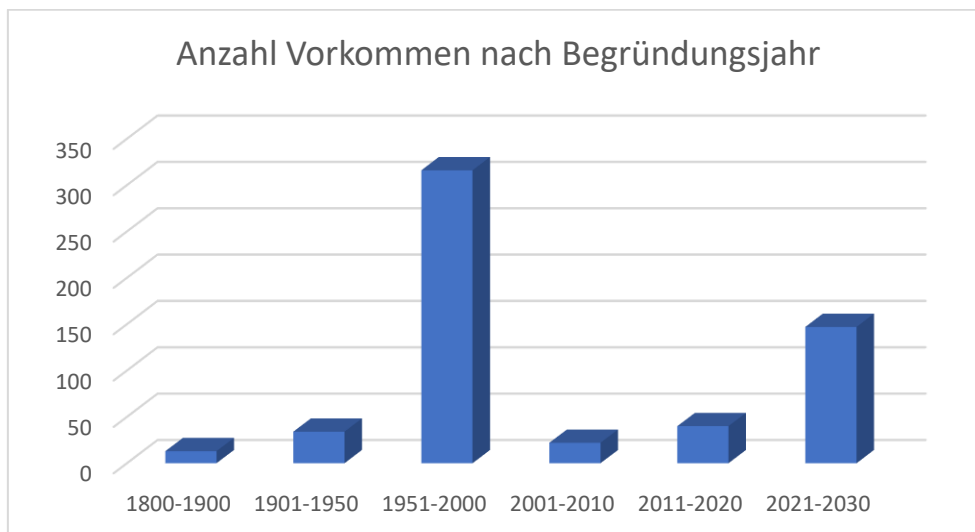


Abbildung 5: Anzahl Vorkommen nach Begründungsjahr.

Der grösste Teil der Vorkommen ($n=316$) datiert aus der Periode 1951 bis 2000, wobei es sich zu einem grossen Teil um die Versuchsflächen der WSL in Copera (TI) handelt. Bemerkenswert sind immerhin 13 Vorkommen aus der Zeit vor 1900, welche also bereits über 125jährig sind. Zu beachten ist die unterschiedliche Periodenlänge des Begründungsjahres: 50 Jahre bis zum Jahr 2000, danach 10 Jahre. Sehr viele Vorkommen wurden erst nach 2021 gepflanzt oder verjüngt ($n=147$). Dies zeigt die grossen Anstrengungen der letzten Zeit, geeignete Zukunftsbaumarten zu testen und zu finden; u.a. die 56 Testpflanzungen der WSL aber auch viele Experimente von Praktikern bzw. Forstbetrieben. Eine Rolle dürfte hier auch das DokuTool selber spielen, weil jetzt erstmals eine attraktive und benutzerfreundliche Lösung zur Dokumentation zur Verfügung steht.

Bei einem Vorkommen fehlt die Angabe zum Begründungsjahr. Diese ist zwar obligatorisch, jedoch werden fehlerhafte Angaben akzeptiert (welche dann nicht ausgewertet werden können).

3.6 Erfasste Vorkommen nach Höhenstufe



Abbildung 6: Erfasste Vorkommen nach Höhestufe.

Die meisten Vorkommen ($n=121$) wurden in der submontanen Höhenstufe erfasst. Verhältnismässig viele Vorkommen existieren auch bereits in der hochmontanen Stufe, welche im inneralpinen Raum direkt an die colline Stufe anschliesst, also recht weit unten beginnt (mit entsprechender Dringlichkeit

der Adaptation). Es wurden nur bei 275 Vorkommen eine Höhenstufe erfasst, also bei knapp der Hälfte der Vorkommen. Ursache dafür ist, dass das Attribut «Höhenstufe» bisher nicht obligatorisch ist.

Beim Eintragen sind die Standortstypen an die Höhenstufe gekoppelt. Wenn z.B. in MuttENZ (BL) auf 270m über Meer die Höhenstufe als «collin» angesprochen wird, jedoch die Kartierung (von ca. 1980) einen Standort 7a angibt, muss die Höhenstufe «submontan» gewählt werden, damit überhaupt der Standort 7a gewählt werden kann. Dies führt dazu, dass die Höhenstufen nicht aktuell, sondern veraltet (vor dem Klimawandel bzw. zur Zeit der Kartierungen) -oder gar nicht- erfasst wird.

3.7 Vorkommen nach Standortstyp

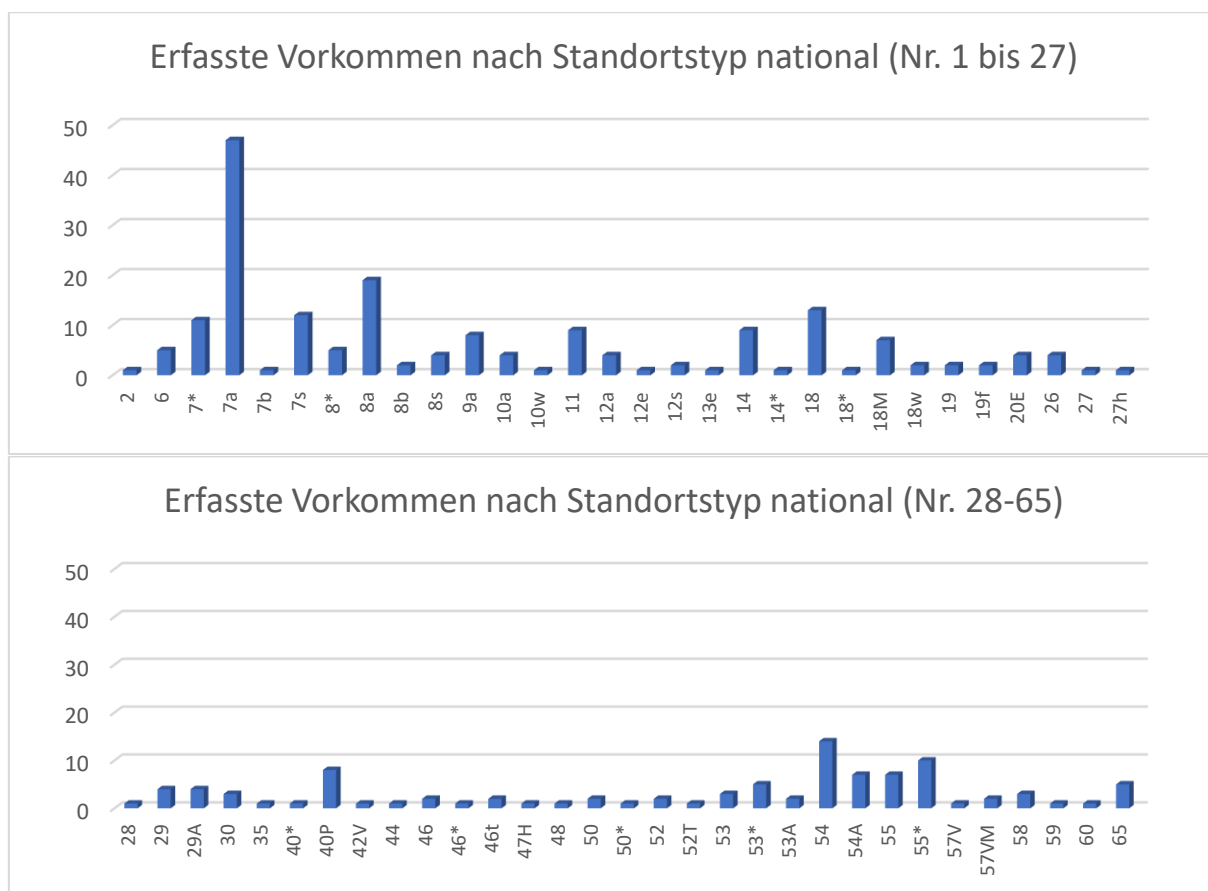


Abbildung 7: Anzahl Vorkommen pro Standortstyp national.

Mit Abstand häufigster Standortstyp der erfassten Vorkommen ist das 7a (typischer Waldmeister-Buchenwald, n=47). Ebenfalls häufig sind die Standorte 7*, 7s, 8a, 9a, 11, 14, 18 und 18M. Im Gebirgswald kommt Standort 54 (Typischer Perlgras-Fichtenwald, n=14) am meisten vor, gefolgt vom 55*. Total wurden bisher 61 verschiedene Standortstypen erfasst.

Falls ein Vorkommen in mehreren Standortstypen liegt, oder direkt an einer Kartierungsgrenze, ist eine Mehrfach-Erfassung von Standorten möglich (was aber die meisten Nutzer wohl nicht merken).

Leider enthalten nur 282 Vorkommen einen nationalen Standortstyp, weil das Attribut nicht obligatorisch erfasst werden muss. Bei zahlreichen Vorkommen der WSL wurde der Standortstyp national bisher nicht erfasst. Dadurch ist bei diesen Vorkommen auch keine Auswertung über die Suchmaske möglich. Letztlich geht es bei der Eignung von Zukunftsbaumarten in erster Linie um den Standort, d.h. die (sorgfältige!) und obligatorische Erfassung des Standortstyps wäre speziell wichtig. Ein Hindernis dafür ist sicherlich das Fehlen einer flächendeckenden Kartierung in einigen Kantonen. Bei

obligatorischer Erfassung des Standortstyps besteht die Gefahr, dass weniger Vorkommen erfasst würden (dies wurde im Projektteam diskutiert).

Oft haben die Kantone eine feinere Kartierung als die Zusammenfassung der Standortstypen national. Die zu grobe Unterteilung bzw. Zusammenfassung bei den Mittelland-Standorten durch die «NaiS-Standorte» ist ein Manko, welches sich bei vielen Projekten (z.B. auch TreeApp) immer wieder bemerkbar macht. Beispiele dafür sind die wichtigen und verbreiteten Standorte 7f, 8f, 7d, 8d, 7g oder 8g, welche als 7a oder 9a bzw. 8a oder 12a angesprochen werden müssen (was immer falsch ist).

Deshalb ist der kantonale Standortstyp sehr wertvoll, welcher aber nicht über die Suchmaske auswertbar ist – dadurch ist diese Information weniger leicht bzw. nur mit mehr Aufwand verfügbar. Wichtige Informationen kann auch das Bemerkungsfeld enthalten, z.B. dass ein Vorkommen auf Standortstyp 7f steht, jedoch auf kiesigem oder aufgeschüttetem Untergrund – wodurch sich z.B. der Ausfall einer Baumart erklärt.

Das DokuTool benötigt immer auch Fachwissen bzw. eine Qualitätskontrolle. So führte die eigenständige Standorttypologie des Kantons VD zu Missverständnissen (Standort 11 VD entspricht ungefähr 6/7a/7s in der restlichen Schweiz).

3.8 Vorkommen nach Erfolgsbeurteilung

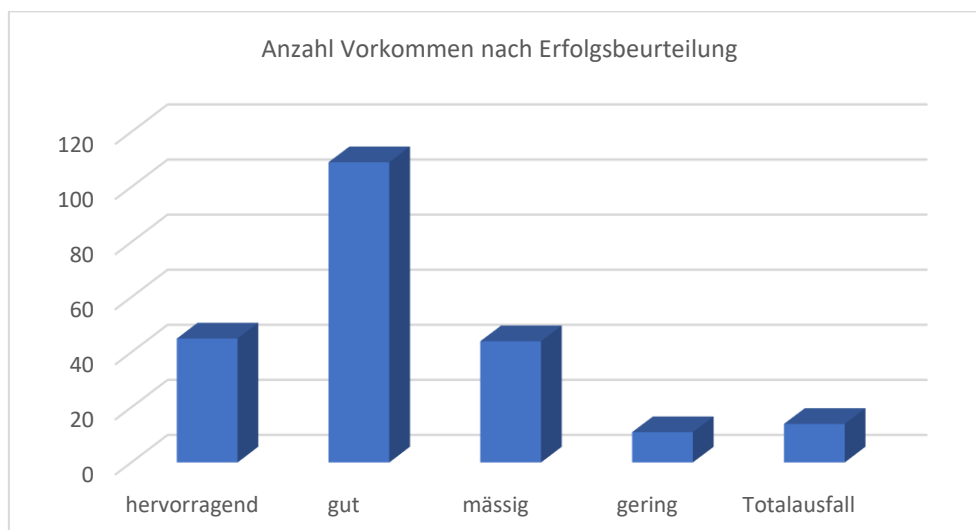


Abbildung 8: Anzahl Vorkommen nach Erfolgsbeurteilung.

Leider enthalten nur 223 Vorkommen eine Erfolgsbeurteilung («bisheriges Fazit»). Dieses zentrale Attribut für die Beurteilung von Waldbau-Experimenten, welches pro Baumart erfasst werden kann, wurde anscheinend oft in der Menge der (freiwilligen) Attribute übersehen.

Die meisten Datensätze wurden als «gut» beurteilt (n=109). 45 Datensätze überzeugten die Autoren restlos («hervorragend»). Bei 44 Datensätzen wurde der Erfolg als «mässig», bei 11 als «gering» beurteilt. 14 Vorkommen wurden als Totalausfall bezeichnet.

Die 14 dokumentierten Totalausfälle betreffen folgende Baumarten:

- 4x Douglasie (frisch gepflanzt)
- 4x Traubeneiche (frisch gepflanzt)
- 3x Weisstanne (frisch gepflanzt)
- 3x Europäische Lärche (frisch gepflanzt)
- 3x Waldföhre (frisch gepflanzt)
- 2x Echte Mehlbeere (frisch gepflanzt)

- 2x Grosse Küstentanne (ca. 40jährig, Befall durch Hallimasch, bis dahin gutes Wachstum)
- 1x Schwarznuss (ca. 80jährig; Trockenheit auf Standort mit kiesigem Untergrund, zuvor recht gutes Gedeihen während 50-60 Jahren)
- 1x Bergahorn (frisch gepflanzt)

Dass die genannten Totalausfälle von nur 2 Nutzern (!) stammen, ist fast schon dramatisch. Im Fall der ausgefallenen, frischen Pflanzungen, welche allesamt in der Gemeinde Valsot GR (im Unterengadin) liegen, ist bemerkenswert, dass in den gleichen Vorkommen Spitzahorn und Winterlinde zum grössten Teil als «gut» bis sogar «hervorragend» angesprochen wurden.

Es fällt auf, dass 23 Datensätze ausgefallen sind, jedoch die Auswertung nur 14 Totalausfälle ergibt. Diese Differenz liegt im Algorithmus der Suchfunktion begründet, welche das Fazit pro Vorkommen (bei mehreren Baumarten mit gleichem Fazit) zusammenfasst. Dies ist verbesserungsfähig.

Falls bei einem Datensatz (Baumart pro Vorkommen) mehrere Provenienzen gepflanzt werden, kann ein Erfolg / Misserfolg nicht separat ausgewiesen werden. Dies kann nur in einem Kommentarfeld erfasst werden. Eine Lösung wäre die Erfassung pro Baumart und pro Provenienz (nur eine!). D.h. es müsste die gleiche Baumart so oft erfasst werden, wie Provenienzen vorhanden sind. Technisch ist dies möglich, bedeutet jedoch einen Mehraufwand für die Nutzer des DokuTools.

4 Ausgewählte Ergebnisse zu spezifischen Fragen

4.1 Buche ausserhalb ihres natürlichen Verbreitungsgebiets

Das natürliche Verbreitungsgebiet der Buche endet im Wallis oberhalb von Martigny und in Graubünden oberhalb von Tamins/Rhazüns bzw. Klosters. Die inneralpinen Täler sind gemäss bisherigem Kenntnisstand klimatisch für die Buche nicht geeignet (Spätfröste). Durch den Klimawandel könnte hier allenfalls die Buche in Zukunft geeignet sein und die in tieferen und mittleren Lagen unter Druck kommende Fichte (teilweise) ersetzen. Bereits vorkommende Buchen sind in diesem Gebiet von Interesse, speziell natürlich solche, welche bereits jahrzehntelang existieren. Aber auch neue Pflanzungen -bis in hohe Lagen- geben Aufschlüsse.

Zum jetzigen Zeitpunkt enthält das DokuTool 49 Vorkommen von Rotbuche. Bemerkenswerterweise befinden sich 13 davon im «buchenfreien» Gebiet:

- Ältere Bestände; diese sind besonders aufschlussreich, weil sie auch diverse Extremjahre mit Frösten oder Winterkälte überstanden haben:
 - GR (Thusis): Ca. 100jähriger Bestand auf 800m mit jungen Buchen aus Naturverjüngung.
 - GR (Filisur): Ca. 80jähriger Bestand auf 1100m mit jungen Buchen aus Naturverjüngung mit dokumentierter Ausbreitung -vermutlich durch Eichelhäher- bis 700m Distanz.
- Junge Pflanzungen:
 - GR (Sedrun) am Südhang auf 1470m: Nach 3 Jahren haben alle 6 gepflanzten Buchen überlebt.
 - GR (Bregaglia), 1110m: Nach 3 Jahren leben noch alle Provenienzen.
 - GR (Bergün), 1700m: Nach 3 Jahren haben 3 Provenienzen gut überlebt (darunter Tieflagen wie Diessenhofen TG), jedoch hat sich ausgerechnet die Bündler Provenienz Bonaduz (von der natürlichen «Buchengrenze» stammend) nicht bewährt.
 - GR (Surses Spegnas 1), 1520m: Nach 7 Jahren sind 11 von 34 Buchen ausgefallen, die restlichen sind in gutem Zustand. Die Wildlinge aus Pfäfers SG (1200m) scheinen sich zu bewähren.
 - GR (Surses Spegnas 2), 1730m: Nach 6 Jahren sind alle 4 Buchen noch vorhanden.

- GR (Surses Spegnas 3), 1730m: Nach 6 Jahren sind ebenfalls alle 4 Buchen noch vorhanden.
- GR (Val Müstair), 1680m: Nach 2 Jahren mussten 3 von 4 Provenienzen nachgepflanzt werden. Bisher bewährt hat sich die Provenienz «Massif central» aus Frankreich.
- GR (Samedan), 1820m: Nach 2 Jahren mussten 2 von 4 Provenienzen nachgepflanzt werden. Interessanterweise bewährt sich auch hier die Provenienz Diessenhofen TG.
- TI (Malvaglia Serravalle), 1070m: Nach einem Jahr haben alle 4 Provenienzen gut überlebt.
- VS (Riederalp), 1820m: Nach 2 Jahren haben 2 von 4 Provenienzen Probleme, darunter FR-Massif Central, welche sich andernorts bewährt hat.
- VS (Bagnes), 1800m: Nach 2 Jahren haben sind die Buchen aller Provenienzen intakt.

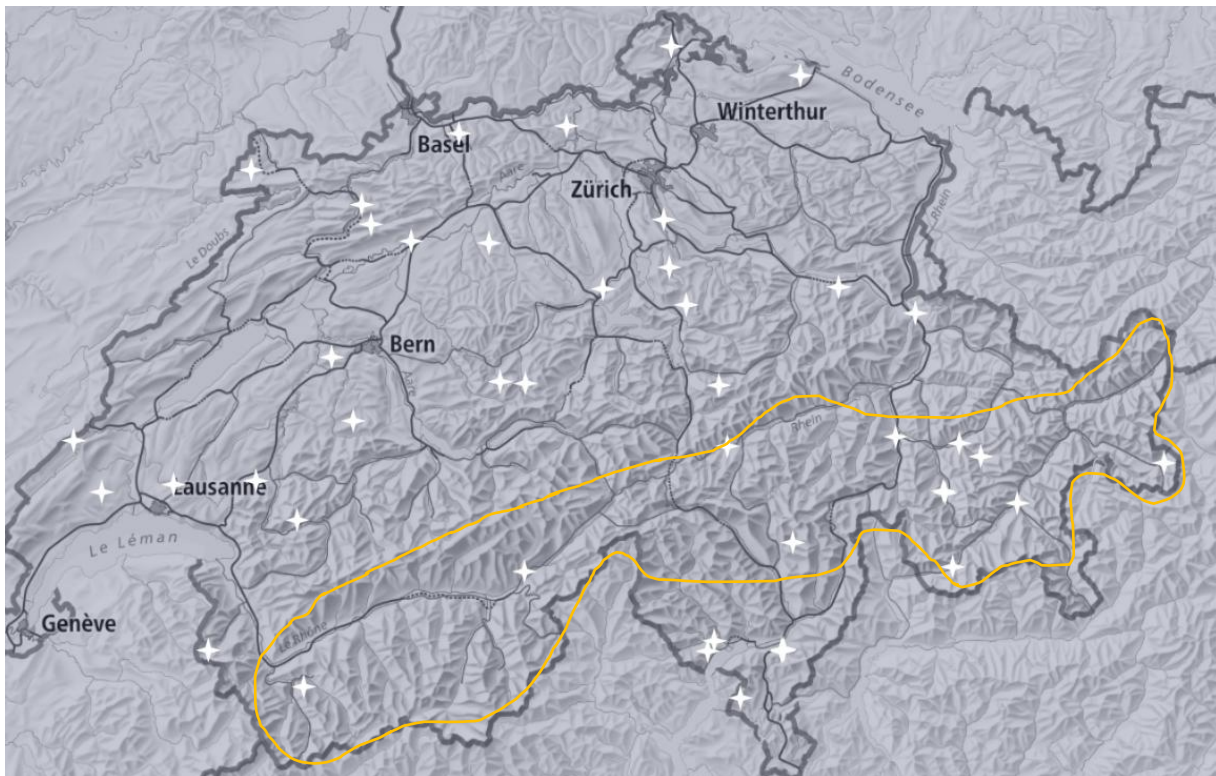


Abbildung 9: Geografische Lage der Vorkommen von Rotbuche, der inneralpine Raum ist orange markiert.

Erkenntnisse: Die beiden älteren Vorkommen zeigen, dass Buchen bis 1100m Höhenlage auch im inneralpinen Raum gedeihen und sich natürlich vermehren können. Weitere solche Vorkommen wären aufschlussreich und sehr willkommen. Die jungen Vorkommen sind noch wenig aussagekräftig; mit der Zeit wird der Erkenntnisgewinn wachsen. Bemerkenswert sind Vorkommen in Hochlagen bis über 1800m, welche überlebt haben. Sie sind aber alle noch sehr jung und die Ausfallquoten sind generell recht hoch. Ob die Höhenlage, die Provenienz, allfällige Trockenheit, Schneeeinfluss oder weitere Ursachen im Zusammenhang mit der Pflanzung ausschlaggebend sind, sollte die weitere Beobachtung aufzeigen. Alle jungen Flächen sind sehr detailliert und durch wiederholte Zustandsaufnahmen dokumentiert. Das Beispiel der Buchen zeigt erfreulicherweise, dass das DokuTool gezielt und intelligent genutzt wird. Es werden nicht vorrangig Buchen im Jura oder Mittelland (dort eine «Allerweltsbaumart»; z.T. handelt es sich bei Buche im Mittelland oder Jura um alt EFM-Flächen der WSL), sondern solche von speziellem Interesse (Standort, Region, Provenienz) dokumentiert. Genau dafür ist das DokuTool gedacht.

4.2 Schwarznuss - Standortseignung

Die Schwarznuss (*Juglans nigra*) gilt als Ersatzbaumart für Esche auf eher feuchten Standorten. Sie liefert das wohl wertvollste aller in der Schweiz wachsenden Hölzer.

Anzahl erfasste Vorkommen: 13

Kantone: AG: 7, BL: 1, BS: 1, TI: 1; TG: 3

Begründungsjahr: 1901-1950: 2, 1951-2000: 11


Höhenstufe: collin, 1, submontan: 11, keine Angabe: 1

Bisheriges Fazit: Hervorragend: 6, Gut: 4, Gering: 1, Totalausfall: 1, keine Angabe: 2

Leider wurden bei einem Vorkommen keine Angaben zu Höhenstufe, Standort und bisherigem Fazit gemacht.

Alle 13 Vorkommen sind älter als 25 Jahre (Begründung vor 2001). Die bereits jahrzehntealten Vorkommen erlauben einigermaßen gesicherte Aussagen. Teilweise handelt es sich nur um Einzelbäume. Das bisherige Fazit ist gut bis hervorragend, allerdings in je einem Fall nur gering bzw. sogar Totalausfall. Von besonderem Interesse ist die Frage der geeigneten Standorte bzw. der Standorte in Zusammenhang mit der Erfolgsbeurteilung. Die Fachstelle Waldbau empfiehlt Schwarznuss auf folgenden Standorten:

Schwarznuss

 Geeignete Standorte für die kolline Höhenstufe gemäss Wissensstand 2020

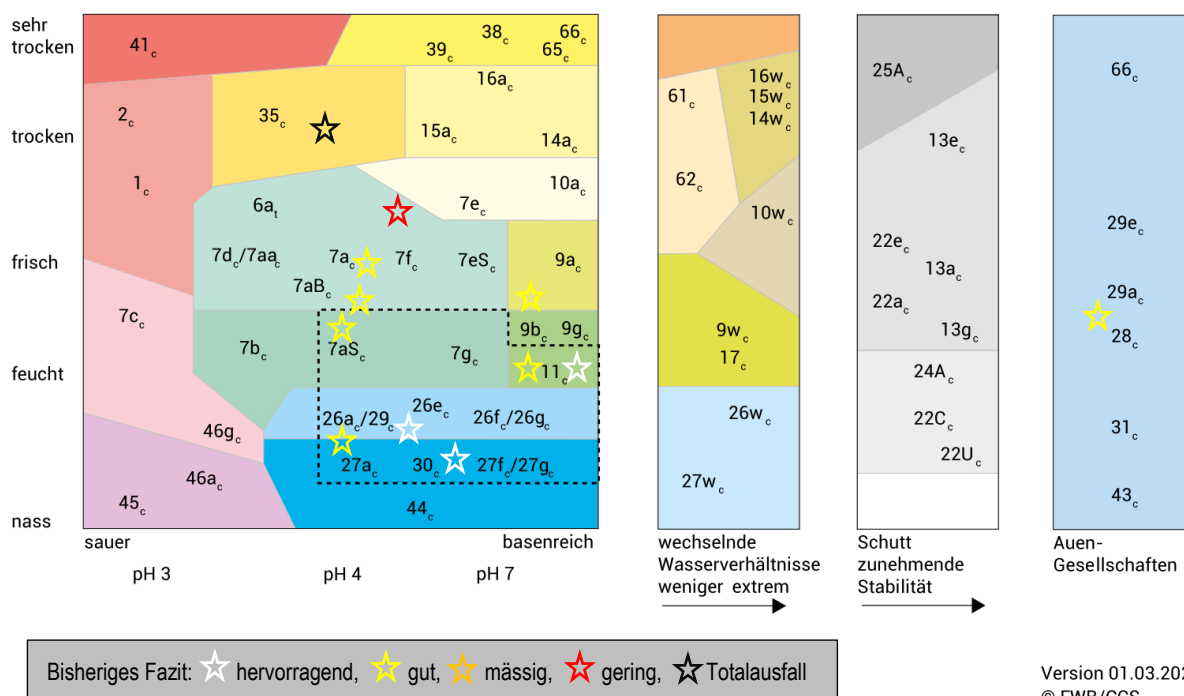


Abbildung 10: Ökogramm collin/submontan mit Erfolgsbeurteilung für die Vorkommen von Schwarznuss.

Erkenntnisse: Die bisher beschriebenen Vorkommen passen gut mit den Standortempfehlungen der Fachstelle Waldbau für die Schwarznuss überein. Die «hervorragenden» Vorkommen liegen im empfohlenen Bereich, ebenso wie mehrheitlich die «guten». Der Standort mit «geringem» Erfolg ist ein 7f (national 7a oder 9a), jedoch auf kiesigem Untergrund, deshalb im trockeneren Bereich eingezeichnet. Das Vorkommen mit «Totalausfall» stand bzw. wenige Bäume stehen immer noch auf einem Kies-Standort 35. Die Standorte 9b und 9g könnten allenfalls auch noch empfohlen werden. Ebenso 28/29a (Auenwald) – allerdings handelt es sich dort oft um nicht mehr aktive Auenstandorte (ohne periodische

Überschwemmungen). 7a oder 9a scheinen möglich, falls es sich um eine eher feuchte Ausprägung handelt (Übergang zu 7s oder zu 11); angesichts der Tatsache, dass der Standortstyp 9a im Jura am meisten verbreitet und dort oft flachgründig ist, ist die Empfehlung ohne 9a auf jeden Fall sinnvoll. Je mehr Vorkommen existieren, desto zuverlässiger werden die Empfehlungen. Dies ist besonders wertvoll für Baumarten, welche noch wenig bekannt sind. Voraussetzung für einen Erkenntnisgewinn ist jedoch, dass der Waldstandort angegeben wurde.

4.3 Riesenlebensbaum - Standortseignung

Der Riesenlebensbaum (*Thuja plicata*) ist ein interessantes Nadelholz. Als schattenertragende Baumart bietet der Thuja Möglichkeiten für stufigen Waldbau. Als Zukunftsbaumart ist der Riesenlebensbaum anscheinend nicht allzu hoch im Kurs, denn es gibt kaum dokumentierte Vorkommen oder Pflanzungen jüngerer Datums. Einzige Ausnahme ist die WSL-Versuchsfläche in Mutrux (der «Prototyp» für die WSL-Testpflanzungen aus dem Jahr 2012).

Anzahl erfasste Vorkommen: 12

Kantone: AG: 2, BE: 1, GR: 1, TG: 1, TI: 4, VD: 2, ZH: 1.

Begründungsjahr: 1800-1900: 1, 1901-1950: 2, 1951-2000: 7, 2001-2010: 1, 2011-2020: 1

Höhenstufe: submontan: 6, untermontan: 1, keine Angabe: 5

Bisheriges Fazit: Gut: 4, keine Angabe: 8

Leider sind die Angaben zu Höhenstufen und insbesondere Erfolg mangelhaft. Auch die Angaben zu Standortstypen sind nicht vollständig.

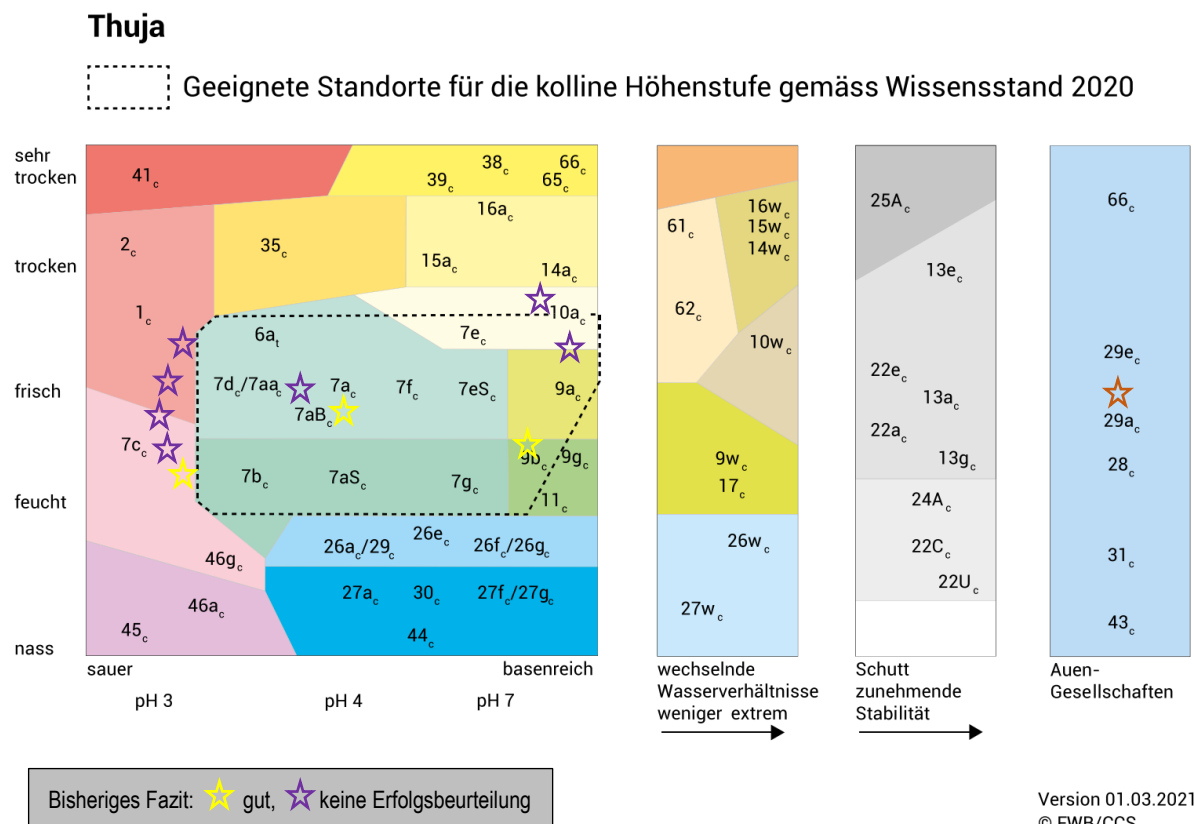


Abbildung 11: Ökogramm collin/submontan mit Erfolgsbeurteilung für die Vorkommen von Thuja.

Bemerkung: Standort 12a/12e (ZH, Tössstock auf 1040m) wurde ins submontane bzw. colline Ökogramm als 9a/10a übersetzt, damit eine Darstellung in einem einzigen Ökogramm möglich ist. Die Standorte 33a/42c (TI, Copera) wurden in 7c(7*) bzw. 1 übersetzt.

Erkenntnisse:

- Die beschriebenen Vorkommen des Thuja decken eine grosse Standortsamplitude ab, dies wird durch mehrere Vorkommen auf sehr kalkreichen, aber auch auf sehr sauren Standorten bestätigt. Leider gibt es nur 4 Erfolgsbeurteilungen. Die Tatsache, dass es sich um bereits recht alte Vorkommen handelt, kann jedoch auch als Erfolg gewertet werden.
- Thuja gilt eher als anfällig auf Trockenheit (z.B. im Gartenbau). Hier ist das Vorkommen in Igis (GR) interessant auf Standort 10a/14P (auf Schuttfächer). Diese Thujas bildeten 100 Jahre lang einen geschlossenen Bestand. Danach wurde ein Teil geräumt (Reservoirbau), und auf einer Teilfläche gab es Ausfälle (Anteil ausgefallene Bäume und Gründe leider nicht dokumentiert).
- Bei einigen Vorkommen ist ein gutes Durchmesserwachstum dokumentiert.
- Bei 5 Vorkommen wurde auf vorhandene Thuja-Naturverjüngung hingewiesen.
- Bei 2 Vorkommen wurde das Thema Anfälligkeit auf Stammfäule thematisiert bzw. beobachtet, in einem Fall schon recht früh (Alter ca. 30 Jahre).
- Angaben zu Naturverjüngung oder Fäule stammen aus Kommentarfeldern oder aus angehängten Dokumenten; solche Detailinformationen zu finden ist möglich, jedoch recht zeitaufwendig.

4.4 Grosse Küstentanne – eine Gastbaumart mit Problemen

Die Grosse Küstentanne liefert Nutzholz mit hohem Zuwachs.

Anzahl erfasste Vorkommen: 8

Kantone: AG: 3, BE: 1, GR: 1, TI: 2; TG: 1

Begründungsjahr: 1951-2000: 7; 2021-2030: 1

Höhenstufe: submontan: 4, untermontan: 1, hochmontan: 1

Bisheriges Fazit: Gut: 3, Gering: 1, Totalausfall: 2, keine Angabe: 2

Leider sind auch hier die Angaben zu Fazit und Standort nicht überall vollständig.

Erkenntnisse: Der Anteil Totalausfall bzw. geringer Erfolg ist auffallend. In zwei Fällen sind ganze Baumholz-Bestände von geschätzt je ca. 100 Küstentannen im Alter von ca. 40 Jahren vollständig oder zu 90% abgestorben - aufgrund von Befall durch Hallimasch. In einem Fall leben die Küstentannen noch (nur 3 Bäume), sind jedoch wipfeldürr und von schlechter Vitalität. Dieser systematische Ausfall, welcher anscheinend erst nach einigen Jahrzehnten stattfindet, ist bemerkenswert und eine wichtige Erkenntnis. 40 Jahre lang geht man von einer gut funktionierenden Gastbaumart aus, welche dann plötzlich versagt. In den beiden Fällen mit Totalausfall ist auch das Vorhandensein von Naturverjüngung dokumentiert. Die Standorte der beiden Totalausfälle sind gemäss heutigem Kenntnisstand durchaus geeignet (7* bzw. 7aa und 7a), es scheint sich also um ein grundsätzliches Problem dieser Baumart zu handeln. Die Grosse Küstentanne scheint in der Schweiz keine geeignete Zukunftsbaumart zu sein, welche in der Lage ist, Waldleistungen nachhaltig zu erbringen. Von ihrer aktiven Einbringung ist deshalb abzuraten.

Das Eintragen von Misserfolgen und seine Gründe wäre extrem wichtig, ist aber schwierig, weil man das, was verschwunden ist, nicht mehr sieht («die Lüge der Überlebenden»). Eine aktuelle Auswertung (mit entsprechenden Einträgen) sowie das Motivieren von erfahrenen, ev. pensionierten Förstern könnte hier mehr Einträge und Erkenntnis generieren. Eine gute Chance für die Dokumentation von Misserfolgen sind auch Vorkommen, welche von Beginn weg, ab ihrer Begründung begleitet und periodisch erfasst werden.

4.5 Douglasien in Hochlagen

Es gibt aktuell 151 Vorkommen von Douglasien. Grundsätzlich ist die Douglasie und ihre Standortseignung im Mittelland gut bekannt. Ein Teil der Einträge stammt aus den WSL-Testpflanzungen, hier werden auch die Provenienzen in Zukunft interessante Aussagen ermöglichen (wobei diese oft nicht im Detail erfasst sind im DokuTool). Von speziellem Interesse sind jedoch Douglasien in höheren Lagen. Dazu bringt das DokuTool folgende Erkenntnisse:

- Obersubalpin: 1 Vorkommen
 - GR (Samedan) Pflanzung 2022 auf 1820m an einem Westhang. 2023: Überleben der Pflanzen: schlecht, alle Provenienzen. 2024: Nachpflanzung, alle Provenienzen. Leider werden keine Provenienzen und kein Ausfallgrund angegeben.
- Subalpin: 4 Vorkommen;
 - GR (Bergün) Pflanzung 2020 auf 1700m an einem Südwesthang; Ausfall und Nachpflanzen alle Provenienzen nach 2 Jahren. Die verwendeten Nacktwurzler erwiesen sich als ungeeignet.
 - VS (Riederalp) Pflanzung 2021 auf 1820m an einem Südosthang; 2 Provenienzen kommen gut (CH Gränichen und USA Snoqualmie Falls, 2 sind ausgefallen und mussten nachgepflanzt werden (USA Glacier und USA Randle).
 - GR (Bergün) 2 Vorkommen mit Pflanzung 2024, noch keine Erkenntnisse.
- Hochmontan: 31 Vorkommen, davon nur ein älteres mit langjährigen Erfahrungen:
 - BE (Lauenen) 65jähriger Bestand auf 1410m an einem Westhang
- Obermontan: 19 Vorkommen, darunter 6 ältere, welche sich bewährt haben:
 - ZH (Tössstock): Fünf ca. 125jährige Vorkommen in Höhenlagen von 930 bis 1140m mit je 8 bis 20 adulten Douglasien.
 - BE (Gstaad): ca. 120jähriger Bestand auf 1180m mit exzellentem Wachstum, der Fichte und Tanne überlegen.

Erkenntnisse: Gemäss den beschriebenen Vorkommen kann die Douglasie in der obermontanen und (mit einem Vorkommen) in der hochmontanen Stufe auf Höhenlagen von ca. 1000 bis 1400m seit langem gut gedeihen und grosse Dimensionen erreichen (Maximaldurchmesser 130cm dokumentiert am Tössstock ZH). In der subalpinen und obersubalpinen Stufe verzeichnen kürzlich gepflanzte Douglasien jedoch hohe Ausfälle. Teilweise sind Unterschiede nach Provenienzen festgestellt worden. Leider wurden die Ausfallgründe meist nicht dokumentiert (Schneekriechen oder -rutschen? Spätfröste? Trockenheit? Pflanzmaterial?). Über die Kontaktdaten könnte jedoch die Ursache von den Autoren der entsprechenden Vorkommen erfragt werden. Zusammen mit der geografischen Lage könnte -unterstützt durch eine zunehmende Anzahl Vorkommen- allenfalls geklärt werden, ob es sich um ein grundsätzliches Problem der Douglasie in dieser Höhenlage handelt, oder ob der Klimatyp in Kombination mit der Provenienz ausschlaggebend ist (ozeanisch versus inneralpin-kontinental geprägtes Klima wie bei den Vorkommen in Samedan oder Bergün...?).

Bemerkung: Alle in diesem Kapitel behandelten «ausgewählten Ergebnisse» können über die Suchmaske des DokuTools von allen Nutzern in Erfahrung gebracht werden. Es braucht dazu keine speziellen Kenntnisse oder Administratorenrechte.

5 Weitere Wirkungen des DokuTools

Es ist ein grosser Gewinn, dass Vorkommen von Zukunftsbaumarten nun «niederschwellig» und schweizweit zentral dokumentiert werden können. Zitat eines Försters: Das DokuTool eignet sich gut zum Festhalten von Beobachtungen und Zuständen – Sachen wofür bis jetzt eine geeignete «Ablage» fehlte. Jetzt hütet das DokuTool die Daten, sie sind leicht wieder auffindbar – uns sie dienen sogar einem grösseren Nutzerkreis (Martin Blattner, Kanton AG)

Es ist auch ein grosser Gewinn, dass waldbauliche Versuche und bezüglich Klimawandel interessante Vorkommen von Zukunftsbaumarten vom Einzelbaum bis zur komplexen langfristigen Versuchsfläche mit mehreren Baumarten und wiederholten Zustandsaufnahme (WSL-Flächen) zentral in einer Datenbank erfasst sind.

Das DokuTool ist noch zu wenig bekannt. Beim Erfassen von interessanten Vorkommen durch die Fachstelle Waldbau wurde festgestellt, dass diverse Förster das DokuTool noch nicht kannten, für eine Erfassung von Vorkommen in ihren Wäldern jedoch bereit waren für spontane und bereitwillige Auskünfte. Es wird eine Daueraufgabe sein, das DokuTool in Erinnerung zu rufen bzw. bekannter zu machen. Die beiden Fachstellen haben dazu gute Möglichkeiten durch ihre vielen Kontakte und Weiterbildungskurse. Der Wert des DokuTools kann auch mit Zwischenauswertungen (die erste in diesem Schlussbericht) aufgezeigt werden oder mittels Zitierung in waldbaulichen Publikationen.

Ein wichtiges Thema ist auch die Qualitätssicherung der Einträge bzw. die nachträglich Qualitätssteigerung (Ergänzung von fehlenden Daten, z.B. Höhenlage oder Standortstyp). Auch hier spielen die beiden Fachstellen eine zentrale Rolle. Der Ressourcenaufwand ist jedoch nicht zu unterschätzen.

6 Folgerungen und Verbesserungsmöglichkeiten

Bei der Entwicklung der Applikation wurde zu wenig Gewicht auf die Auswertung und Exportmöglichkeiten gelegt. Erst mit dieser ersten umfassenden Auswertung per Projektende wurden die vorhandenen Mängel im vollen Ausmass realisiert. Die Administratoren haben zwar eine Exportmöglichkeit (z.B. in ein xlsx-Format), jedoch können die Exporte nur je Kanton separat erfolgen und die Daten, welche die Baumarten betreffen, werden in einem einzigen langen Textfeld in einem nicht benutzerfreundlichen Format exportiert. Bei Vorkommen mit mehreren Baumarten funktioniert der Export der baumartenspezifischen Daten wegen eines technischen Problems aktuell überhaupt nicht. So beanspruchte der Export und die Verarbeitung zu einer einzigen Tabelle inkl. einer Spalte «Baumart» im Statistikprogramm «R» zwei volle Arbeitstage.

Die Gründe für die Mängel sind u.a., dass die grundlegende Datenbankstruktur von SuisseNaiS übernommen wurde, sowie das limitierte Budget (was zu dieser deutlich kostengünstigeren Lösung geführt hat). Verbesserungen sind möglich und nötig, jedoch eine Kostenfrage. Es gibt grundsätzlich 4 Ansatzmöglichkeiten zur Verbesserung des DokuTools, der Qualität der Datensätze und des daraus erzielbaren Erkenntnisgewinns:

- a. Verbesserung der Qualität der bisherigen Datensätze durch Ergänzung fehlender Attribute; durch die beiden Fachstellen oder durch die Nutzer (nach Kontaktnahme durch die Fachstellen).
- b. Verbesserung der Benutzerführung bei der Erfassung von Vorkommen (erklärende Hinweise, obligatorische Attribute).
- c. Verbesserung der Auswertemöglichkeiten für die Nutzer (Suchmaske, Aufbereitung der Daten).
- d. Verbesserung der Exportmöglichkeiten für periodische Auswertungen durch die beiden Fachstellen Waldbau und Gebirgswaldpflege. Solche Auswertungen erfolgen nur periodisch (wie für diesen Schlussbericht) oder beim Bearbeiten von spezifischen Fragestellungen.

Die Punkte a) und b) sollten rasch angegangen werden. Insbesondere der Punkt b) würde die Qualität verbessern und verhindern, dass noch mehr Aufwand für nachträgliche Einträge anfällt. Trotzdem wird a) bis zu einem gewissen Masse Daueraufgabe bleiben. Die Punkte c) und d) sind weniger dringend, müssen jedoch auch angegangen werden.

Konkrete Mängel bzw. Verbesserungsmöglichkeiten, welche bei der Nutzung des DokuTools oder beim Erstellen dieses Schlussberichts erkannt wurden, sind nachfolgend aufgelistet und nach den vier obenstehenden Kategorien sortiert:

Mangel / Verbesserungsmöglichkeiten	Lösung	Aufwand
a) Verbesserung der Qualität bisheriger Datensätze		
Einige Nutzende hatten Probleme, die komplexe Erfassungsmaske zu verstehen. So wurden z.T. nur die Basisdaten pro Vorkommen, nicht aber die Baumart(en) erfasst. Oft fehlen auch die Zustände.	Benutzerführung wurde bereits verbessert. Weiter optimieren. Betreffende Nutzer aktiv kontaktieren durch Fachstellen	mittel
Qualitätsprüfung der bisherigen Einträge auf Fehler und fehlende Daten.	Ergänzen direkt durch die beiden Waldbau-Fachstellen oder durch Nutzer nach Kontaktnahme durch Fachstellen	hoch
Vorkommen ohne Standortstyp bewirken eine grosse Informationslücke. Auch die WSL hat oft keine Standortshinweise erfasst.	Bei Vorkommen ohne Standort die Nutzer anfragen bzw. Standorte durch Fachstellen und WSL ergänzen.	hoch
Fehlendes Fachwissen, Missverständnisse: Standortstyp 11 (VD) wurde falsch übernommen; ist 6, 7a, 7s	Bleibt eine Herausforderung; Qualitätssicherung durch Fachstellen	mittel
Oft wurde das "bisherige Fazit" nicht erfasst, auch von der WSL. Dies wäre gerade bei den alten Vorkommen, z.B. EFM (Ertragskundliche Versuchsflächen) von Interesse	Ergänzen durch WSL, sowie durch die beiden Fachstellen (Nutzer motivieren oder selber machen)	hoch
b) Verbesserung der Benutzerführung bei der Erfassung von Vorkommen		
Der Standortstyp national ist kein obligatorisches Attribut	Standortstyp national als obligatorisch programmieren (inkl. Option «unbekannt»)	gering
Altbekanntes Problem des Informationsverlustes durch NaiS-Standorte (z.B. 7a/7f/9a)	Sollte angegangen werden, jedoch nicht im Rahmen des DokuTools, sondern übergeordnet.	hoch
Beim Standort ist eine Mehrfachauswahl möglich, dies ist aber für die Nutzer nicht leicht erkennbar	Hinweis einfügen in der Erfassungsmaske	gering
Die Erfassung des Standorts via Karte ist grundsätzlich sehr benutzerfreundlich, jedoch fehleranfällig (Speicherung funktioniert nicht immer).	Benutzerführung verbessern?	gering
Felder mit obligatorischer Eingabe: Ein Nutzer hat beim Begründungsjahr 9999 eingegeben. Das System schluckt das, dadurch ein falsches (negatives) Bestandesalter	Limiten setzen für plausible Eingaben durch Programmierung. Ansonsten soll nicht gespeichert werden können	mittel
Bisheriges Fazit wurde oft nicht ausgefüllt	Attribut obligatorisch setzen (inkl. Option «Beurteilung (noch) nicht möglich»)	gering
Attribut Meereshöhe ist nicht obligatorisch; wurde trotzdem sehr zuverlässig ausgefüllt. Nur 4 Vorkommen ohne Angabe. Sollte angepasst werden	Attribut als obligatorisch erklären	gering
Eingabe mehrerer Provenienzen pro Baumart, verhindert Auswertung des Erfolgs pro Provenienz	Grundsätzliche Schwäche der Datenbankstruktur (bewusster Entscheid). Es kann darauf hingewiesen werden, dass	nicht möglich resp. gering

	dann die einzelnen Provenienzen wie unters. Baumarten behandelt werden sollen.	
c) Verbesserung der Auswertemöglichkeiten für die Nutzer		
Suchmaske: «Höhenstufe» ist nicht nach Logik, sondern nach Alphabet sortiert	Sortierung ändern	gering
Suchmaske: «Bisheriges Fazit» ist nicht nach Logik, sondern alphabetisch sortiert	Sortierung ändern	gering
Beim «bisherigen Fazit» sollte die Anzahl Vorkommen pro Kategorie nicht pro Vorkommen, sondern pro Baumart ausgewertet werden	Auswertung anpassen	gering
Eine Auswertung nach Meereshöhe wäre sinnvoll. Bis jetzt sind nur Höhenstufen möglich; diese sind jedoch diffus (Standortskartierung vor Klimawandel zwingt zu alten Höhenstufen, welche heute nicht mehr stimmen)	Durch Programmierer ergänzen, abgestuft nach 100m-Klassen	mittel
Absturz des Tools bei: Suche → Grosse Küstentanne → Bisheriges Fazit mässig	Ursache klären durch Programmierer und Fehler beheben	gering
d) Verbesserung der Exportmöglichkeiten für periodische Auswertungen		
Ein Export der Vorkommen ist nur pro Kanton möglich, d.h. man muss 26 separate Tabellen generieren	Programmierung einer Gesamt-Export-Tabelle	mittel
Infos zu Baumarten werden nur unvollständig und in einem nicht benutzerfreundlichen Datenformat exportiert.	Programmierung so, dass pro Baumart und Vorkommen eine Zeile generiert wird	mittel
Die Baumarten-Namen können nicht exportiert werden (unter Taxonomien)	Exportmöglichkeit programmieren	mittel

Tabelle 2: Mängelliste mit Lösungsvorschlägen und Aufwandschätzung, geordnet nach Kategorien.

Einige kleinere Mängel können mit geringem Aufwand verbessert werden. Dies sollte möglichst bald gemacht werden, um weitere mangelhafte oder unvollständige Datensätze zu verhindern.

In vielen Fällen braucht es eine Qualitätssicherung durch die beiden Fachstellen, indem offensichtliche Fehler korrigiert werden oder die Nutzer dazu aufgefordert werden, Fehler zu beheben bzw. unvollständige Einträge zu ergänzen. Das Ziel sollte sein, das Tool soweit zu verbessern, dass Fehler oder fehlende Eingaben möglichst minimiert werden. Die Nutzer sollten in die Lage gebracht werden, Vorkommen von Zukunftsbaumarten in möglichst hoher Qualität zu erfassen. Es handelt sich beim Tool jedoch um eine Plattform – die Fachstellen können die Datenqualität nicht garantieren. Diese bleibt in der Verantwortung der jeweiligen Erfassenden.

Die WSL hat einen grossen Effort geleistet mit der Erfassung von ca. 400 Vorkommen; leider fehlen oft wenige, jedoch wichtige Attribute. Hier kann mit geringem Zusatzaufwand der Erkenntnisgewinn stark gesteigert werden – falls die Informationen in den Akten verfügbar sind.

Aufgegleist aber noch nicht umgesetzt ist die Bereitstellung der Vorkommen als WMS-Layer. Mit dem BAFU konnte vor wenigen Wochen eine Lösung gefunden werden, welche die Nutzung der BAFU-Geodaten-Infrastruktur ermöglicht. Der Layer wird ab Frühling 25 verfügbar sein.

7 Ausblick

Das DokuTool konnte erfolgreich realisiert werden. Es bestehen bereits 574 Einträge mit 1'786 Datensätzen. Der vorliegende fachliche Schlussbericht zeigt, dass bereits interessante Erkenntnisse möglich sind. Er zeigt jedoch auch, dass noch Mängel und Verbesserungsmöglichkeiten bestehen.

Dies ist jedoch erst der Anfang. Durch weitere Propagierung des DokuTools, eine Steigerung der Anzahl Nutzer:Innen, insbesondere auch eine bewusste Kontaktnahme mit Personen, welche ein speziell grosses Wissen haben (z.B. pensionierte Förster, welche seit längerem mit Zukunftsbaumarten experimentiert haben), durch laufende Ergänzungen von Zuständen und Erkenntnissen (inkl. Misserfolgen!) der bisherigen Vorkommen, sowie einfach durch den Erfahrungsgewinn durch die zunehmend Beobachtungsdauer wird sich der Nutzen des DokuTools vervielfachen.

Dazu ist eine laufende Pflege und Propagierung des DokuTools notwendig, wobei den beiden Fachstellen Waldbau und Gebirgswaldpflege eine führende Rolle zukommt. Aber auch Kontaktpersonen bei den Kantonen («Fachspezialisten Waldbau und Klimawandel») haben hier eine wichtige Funktion. Nicht zu vergessen ist auch die forstliche Aus- und Weiterbildung, wobei auch die ETH, der HAFL, den Försterschulen sowie erneut den Fachstellen einen aktiven Beitrag leisten können. Die Vernetzung all dieser in der Schweiz waldbaulich relevanten Organisationen funktioniert gut, sie ist auch im «Verbund Waldbau Schweiz» institutionalisiert.

Nicht zuletzt wird es von Bedeutung sein, der Praxis die Existenz und den Nutzen des DokuTools immer wieder aufzuzeigen bzw. in Erinnerung zu rufen. Dabei haben wiederum die Fachstellen gute Möglichkeiten, indem bei Kursen themenspezifische Ergebnisse aus dem DokuTool präsentiert werden, inkl. Verlinkung auf die Datenlieferanten bzw. Nutzer:Innen. Eine wichtige Rolle kommt auch Publikationen zu, welche (z.B. in Wald und Holz, La Forêt) ausgewählte, spannende Erkenntnisse zu Zukunftsbaumarten präsentieren.

All dies ist eine Daueraufgabe, welche auch Ressourcen benötigt. Es ist zu hoffen, dass das DokuTool rasch verbessert und dauernd weiter gepflegt und propagiert werden wird, damit ein nachhaltiger Nutzen für die Anpassung unserer Wälder an den drängenden Klimawandel entsteht.

Anhänge

Anhang 1: Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Geografische Lage der bisher im DokuTool erfassten Vorkommen.	5
Abbildung 2: Versuchsflächen der WSL in Copera TI.	5
Abbildung 3: Anzahl Vorkommen nach Kantonen.	6
Abbildung 4: Anzahl Baumarten pro Vorkommen.	7
Abbildung 5: Anzahl Vorkommen nach Begründungsjahr.	10
Abbildung 6: Erfasste Vorkommen nach Höhestufe.	10
Abbildung 7: Anzahl Vorkommen pro Standortstyp national.	11
Abbildung 8: Anzahl Vorkommen nach Erfolgsbeurteilung.	12
Abbildung 9: Geografische Lage der Vorkommen von Rotbuche, der inneralpine Raum ist orange markiert.	14
Abbildung 10: Ökogramm collin/submontan mit Erfolgsbeurteilung für die Vorkommen von Schwarznuß.	15
Abbildung 11: Ökogramm collin/submontan mit Erfolgsbeurteilung für die Vorkommen von Thuja.	16

Anhang 2: Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bisher im DokuTool erfasste Baumarten, sortiert nach Anzahl Datensätzen.	9
Tabelle 2: Mängelliste mit Lösungsvorschlägen und Aufwandschätzung, geordnet nach Kategorien.	21