
Der Feldahorn – Vorkommen und Wachstum in Bayern

Hans-Joachim Klemmt, Birgit Reger, Wolfgang Falk und Jörg Kunz

Schlüsselwörter: Feldahorn, *Acer campestre*, Vorkommen, Wachstum, Bayern, Bundeswaldinventur, BWI, Jahrring

Zusammenfassung: Der Feldahorn ist eine Baumart, die derzeit in Bayerns Wäldern wie auch in Deutschland selten zu finden ist. Ihm wird aufgrund des Klimawandels zukünftig eine größere Rolle zugemessen. Nachfolgend werden Daten der Bundeswaldinventur 2012 sowie jahringanalytische Daten zu dieser Baumart ausgewertet. Es konnte gezeigt werden, dass der Feldahorn verstärkt an Waldrändern (und hier an Waldaußenrändern) vorkommt. Er bevorzugt basenreiche Böden und kommt mit vergleichsweise ungünstiger Wasserversorgung gut zurecht. Sein Höhenwachstum ist an den Rändern geringer als in Beständen. Der Feldahorn wird in Bayern tendenziell nicht aktiv genutzt. Eine gezielte Förderung der Feldahorne konnte hingegen weder bestätigt noch widerlegt werden. Jahringanalytische Untersuchungen belegen ein intermediäres Radialzuwachsverhalten auf Trockenheit im Vergleich zu Traubeneiche und Rotbuche. Aus den Untersuchungsergebnissen wird zusammenfassend gefolgert, dass der Feldahorn in Bayern eine Baumart ist, die an Sonderstandorten (Waldränder, eher trockene Standorte) »mitwachsen« darf, die wohl aber nicht im Ziel konkreter waldbaulicher Fördermaßnahmen steht.

Der Feldahorn (*A. campestre*) ist eine wohlbeschriebene, allerdings im Hinblick auf Vorkommen und Wachstum wenig erforschte Baumart. In Deutschland existieren derzeit keine großflächigen, langfristigen Beobachtungs- oder gar ertragskundliche Versuchsfelder, die es ermöglichen würden, wissenschaftliche Erkenntnisse zu gewinnen, wenngleich dieser Baumart einstimmig in zahlreichen Arbeiten (Kölling 2007; Hemery et al. 2010; Häberle 2011) eine wachsende Bedeutung für den Waldaufbau Deutschlands aufgrund des Klimawandels attestiert wird. Beschreibungen zu dieser Baumart stimmen inhaltlich häufig überein, basieren allerdings selten auf quantitativen Untersuchungen sondern eher auf waldbaulichen Beobachtungen.

Für Feldahorne werden in der wissenschaftlichen Literatur häufig mittlere Höhen von 10 bis 15 m (Mayer

1984; Waldherr 1997; Häberle 2011) angegeben. Roloff (2015) beschreibt dagegen etwas größere erreichbare Höhen von 20 m, gelegentlich bis 25 m. Mayer (1984) bezeichnet diese Baumart als »trügwüchsigen Baum zweiter Größe«, Waldherr (1997) als »Baumart der zweiten Schicht«. Sein durchschnittliches natürliches Altersspektrum wird von Mayer (1984) mit 150 Jahren, von Häberle (2011) bis 200 Jahren angegeben. Laut Häberle (2011) überschreiten die erreichbaren Durchmesser in Brusthöhe selten 30 cm. Mayer (1984) gibt 40 cm als Obergrenze an, Waldherr (1997) und Roloff (2015) hingegen 70 cm (selten 100 cm). Letztere Werte dürften ein Resultat der ebenso von allen Autoren beschriebenen Eigenschaft des Vorkommens als Großstrauch mit mehreren gleichberechtigten Stämmen (Waldherr 1997; Häberle 2011; Roloff 2015) sein, die mit zunehmendem Alter und zunehmender Dimension zusammenwachsen und sich gegebenenfalls als Komplexstamm weiterentwickeln. Alle benannten Autoren berichten allerdings von Einzelexemplaren, die deutlich größere Höhen und Durchmesser erreichen können.

Bezüglich des standörtlichen Vorkommens beschreibt Waldherr (1997) den Feldahorn als Art der verhältnismäßig gut nährstoffversorgten Laubmischwälder, wobei dieser Waldinnenränder und lichte Stellen bevorzugt. Er sei hinsichtlich der Standortgüte vergleichsweise anspruchslos, verlange aber viel Sommerwärme. Er gelte als Halbschattbaumart, besiedle sehr gerne mitteleuchte, aber auch trockene Bodensubstrate, meide stark saure Standorte und setze sich auf mäßig stickstoffreichen Böden am ehesten durch. Häberle (2011) bestätigt dies weitgehend und beschreibt, dass der Feldahorn kalkhaltige Böden bevorzugt. Weiterhin bestätigen alle bisher zitierten Arbeiten das bereits von Wöllert (1969) beschriebene vorzugsweise Vorkommen des Feldahorns an Waldrändern.

Vorkommen von Feldahorn

Bei der Bundeswaldinventur 2012 (BWI 2012) werden die drei in Deutschland natürlich vorkommenden Ahornarten unterschieden (BMELV 2011), was grundlegende Auswertungen für den Feldahorn – insbesondere

Bundesland	Anzahl	Alter [Jahre]			Durchmesser [mm]			Höhe [dm]		
		Min	Max	Mittelwert	Min	Max	Mittelwert	Min	Max	Mittelwert
Schleswig-Holstein	17	12	114	33	85	320	186	65	211	133
Niedersachsen	38	18	135	51	70	576	215	30	335	137
Nordrhein-Westfalen	41	13	105	49	87	641	262	78	305	165
Hessen	21	59	191	82	137	419	266	143	211	173
Rheinland-Pfalz	75	11	126	57	74	519	217	51	251	144
Baden-Württemberg	256	15	163	64	72	561	262	55	318	163
Bayern	131	15	160	68	72	696	240	47	319	170
Saarland	15	15	65	55	119	483	323	81	253	209
Brandenburg	10	15	118	70	82	724	303	61	243	191
Mecklenburg-Vorpommern	26	10	140	52	72	789	242	67	242	127
Sachsen	0									
Sachsen-Anhalt	90	14	150	59	88	694	286	53	30	159
Thüringen	62	25	159	84	73	742	255	74	285	171
Deutschland	782	10	191	63	70	789	247	30	335	161

Tabelle 1: Alters-, Durchmesser- und Höhenspektrum der Feldahorn-Probebäume (WZP4) der BWI 2012. (Datenquelle: b3_baeume; Diese Hochrechnungstabelle des Thünen-Instituts enthält Modellwerte auf Einzelbaum-basis als Eingangsgrößen für Hochrechnungen. Daher unterscheidet sich das Höhenspektrum geringfügig von dem des Kollektivs der Höhenmessbäume); Bayernwerte sind gelb markiert.

re auf Einzelbaumbasis – ermöglicht. Im Rahmen der BWI 2012 wurden in Deutschland 782 Feldahorne als Probepflanzen der Winkelzählprobe 4 (WZP4) ausgewählt. In Tabelle 1 sind die Daten nach Bundesländern sowie nach Alters-, Durchmesser- und Höhenspektrum dargestellt.

Mit Ausnahme von Sachsen wurden in allen Bundesländern Feldahorne aufgenommen, die meisten in Baden-Württemberg, gefolgt vom walddominantesten Bundesland Bayern. Die deutlich höhere Anzahl in Baden-Württemberg resultiert unter anderem aus der Tatsache, dass in diesem Bundesland eine doppelt so hohe Inventurpunktdichte vorhanden ist wie in Bayern.

Abbildung 1 zeigt die Lage der Inventurpunkte der BWI 2012 mit Feldahorn in Bayern. Zu erkennen sind Verbreitungsschwerpunkte des Feldahorns im Wuchsgebiet 4 (Fränkische Platte) sowie im Wuchsgebiet 6 (Fränkische Alb) und in den flussbegleitenden Wuchsgebieten in Südbayern. In den ostbayerischen Grenzgebirgen sowie in den Bayerischen Alpen wurden hingegen bei der BWI 2012 keine Feldahorne aufgenommen. Insgesamt wurden bei der BWI 2012 in Bayern 131 »Baumobjekte« der Baumart Feldahorn an 58 der 7.514 Inventurpunkte (bestockter Holzboden, begehbar) aufgenommen. Die Bezeichnung »Baumobjekte« wählte man, da bei 22 Baumobjekten davon

Verbreitung seltener Baumarten in Bayern nach BWI 2012 (WZP4)

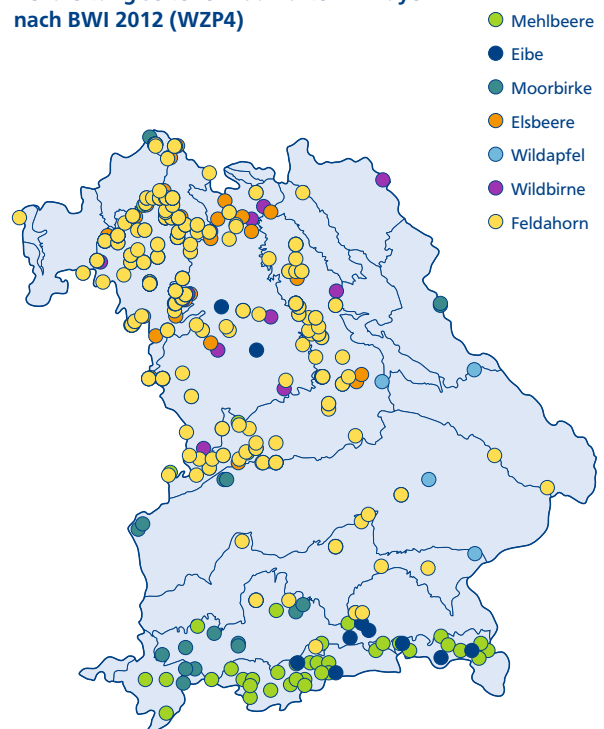


Abbildung 1: Inventurpunkte der BWI 2012 mit seltenen Baumarten (unter anderem Feldahorn) in Bayern (Auswahl WZP4)

ausgegangen werden muss, dass es sich nicht um eigenständige Bäume handelt sondern um Komplexstämme, die zu einem Individuum gehören. Letztere Zahl resultiert aus einer Überprüfung der eingemessenen Stammpositionen der »Baumobjekte«. Bei einem unterschrittenen Mindestabstand der Stammpfußpositionen von 50 cm wurden die Baumobjekte mit hoher Sicherheit der Kategorie »ein Feldahorn« zugeordnet. Dies traf für 10 Bäume zu, bei denen es sich mit hoher Wahrscheinlichkeit um 5 Individuen handelte. Für weitere 12 Baumobjekte wurde ein Mindestabstand von 2 Metern zwischen den Baumobjekten unterschritten, was auch hier zu der Annahme Anlass bietet, dass es sich nicht um eigenständige Individuen sondern um Bäume mit mehreren gleichberechtigten Stammachsen handelt.

Feldahorn – eine Baumart des Waldrands?

Mehrfach wurde der Feldahorn als Baumart des Waldrands bezeichnet. Bei der BWI 2012 wurde für jeden begehbaren Waldinventurpunkt seine Lage zu einem Waldrand ermittelt bzw. wurden folgende Randarten unterschieden: Waldaußenrand / Waldinnenrand / Bestandsgrenzen mit mindestens 20 m Höhenunterschied zwischen den benachbarten Beständen / sonstige eingemessene Bestandsgrenzen (vgl. 5.10.3, S. 72 BMELV 2011). An den 58 Inventurpunkten in Bayern mit Vorkommen des Feldahorns ist an 45 Punkten ein Waldrand oder eine Bestandsgrenze eingetragen, wobei die meisten Waldländer als Waldaußenrand gekennzeichnet wurden, lediglich an vier Waldinnenrändern (Randart 2) wurden in Bayern Feldahorne aufgenommen. Eine Analyse des Vorkommens aller bei der BWI 2012 in Bayern aufgenommenen Baumarten hat gezeigt, dass der Feldahorn die Baumart mit dem relativ häufigsten Vorkommen an Waldaußenrändern in Bayern ist. Für häufiger auftretende, bestandsbildende Baumarten (z.B. Douglasie, Fichte oder Buche) spielen hingegen Randsituationen aufgrund ihrer Konkurrenzüberlegenheit oder gezielter waldbaulicher Förderungen eine geringere Rolle als für den Feldahorn.

Die Ergebnisse der vorstehenden deskriptiven Datenauswertungen haben zur Entwicklung des nachstehenden logistischen Regressionsmodells zur Auftretenswahrscheinlichkeit des Feldahorns in Bayern geführt. Als abhängige Variable wurde das Auftreten mindestens eines Feldahorns an einem bayerischen Inventurpunkt gewählt, wobei diese Variable binär codiert wurde (Auftreten = 1, Fehlen = 0). Als erklärende Variablen

wurden sowohl Aufnahmedaten der Bundeswaldinventur (Randart, Exposition etc.) als auch Daten des Standortinformationssystems BaSIS (Beck und Kölling 2013) für die bayerischen BWI 2012-Punkte gewählt. Im Zuge sowohl einer Vorwärtsselektion als auch einer Rückwärtsselektion wurden verschiedene Variablenkombinationen sowie Interaktionseffekte geprüft und ihr Einfluss auf das Modellergebnis verglichen (Dormann 2012). In Abbildung 2 sind die Ergebnisse des Modellierungsprozesses dargestellt, wobei im Sinne des Parsimoniegedankens (Johnson und Omland 2004) ein vergleichsweise einfaches Modell mit wenigen erklärenden Variablen und dennoch einer möglichst hohen Modellgüte ausgewählt wurde. Für die Auswahl wurde das AIC oder »Akaike information criterion« herangezogen. Es ist ein relatives Qualitätsmaß für unterschiedliche statistische Modelle, die an den gleichen Datensatz angepasst wurden und kann daher zur Modellauswahl genutzt werden.

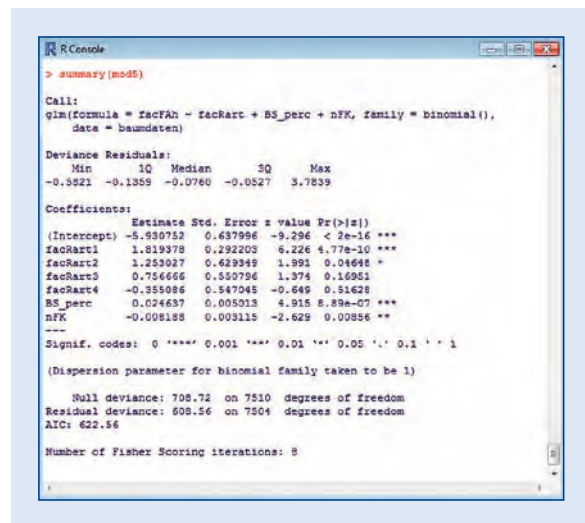


Abbildung 2: Konsolenausgabe der Statistiksoftware R (R Core Team 2015) des logistischen Regressionsmodells zur Vorkommenswahrscheinlichkeit des Feldahorns in Bayern

Demnach sind für die Auftretenswahrscheinlichkeit des Feldahorns in Bayern die Faktoren »Waldaußenrand« (facRart1), »Basensättigung« (BS_perc) sowie »nutzbare Feldkapazität« (nFK) von entscheidender Bedeutung. Die Faktorenausprägung »Waldinnenrand« (facRart2) zeigt einen geringen, jedoch nachweisbaren Einfluss auf die Vorkommenswahrscheinlichkeit des Feldahorns an bayerischen BWI 2012-Punkten. Faktoren wie Exposition oder Länge der Vegetationszeit erwiesen sich hingegen als nicht signifikant für das Auftreten der Baumart Feldahorn und wurden

Eigentumsart (Eg)	Anzahl (n)	Relativer Anteil [%]	Flächenanteile Eg in Bayern [%]
Bundeswald	9	6,9	2,1
Staatswald (Land)	6	4,6	29,8
Körperschaftswald	48	36,6	12,4
Privatwald	68	51,9	55,7

Tabelle 2: Vorkommen des Feldahorns in Bayern nach Eigentumsarten (Eg)

nicht in das resultierende Modell aufgenommen. In die Praxis übersetzt zeigt das dargestellte Modell eine erhöhte Auftretenswahrscheinlichkeit des Feldahorns an Waldaußenrändern insbesondere auf Standorten mit einer hohen Basenausstattung sowie einer vergleichsweise niedrigen nutzbaren Feldkapazität (negatives Vorzeichen). Abseits von Waldrändern bei gleichzeitig geringer Basensättigung und guter Wasserversorgung ist derzeit hingegen die Wahrscheinlichkeit des Auftretens des Feldahorns in Bayern verschwindend gering.

Feldahorn nach Eigentumsarten und Nutzung

Tabelle 2 zeigt das Auftreten des Feldahorns nach Eigentumsarten, wobei hier alle »Baumobjekte« Eingang finden. Vergleicht man die relativen Anteile der aufgenommenen Feldahorne mit den Flächenanteilen, so zeigt sich, dass in Körperschaftswaldungen in Bayern überdurchschnittlich viele Feldahorne aufgenommen wurden, was auf deren Verbreitungsschwerpunkt in Unterfranken in Verbindung mit kleinen, zerstreuten Waldflächen mit vergleichsweise großen Randlängen zurückzuführen sein dürfte. In den Staatswäldern Bayerns hingegen sind unterdurchschnittlich viele Feldahorne vorhanden, was auf die gleichen Faktoren (vergleichsweise große Waldstücke mit einem günstigeren Verhältnis von Fläche zu Randlänge sowie auf unterdurchschnittliche Staatswaldanteile in Unterfranken – insbesondere Fränkische Platte) zurückzuführen sein könnte.

Eine Betrachtung der seit 2002 genutzten Bäume an Inventurpunkten mit Feldahornen hat folgendes gezeigt: Lediglich fünf Feldahorne wurden seit 2002 als selektiv genutzt markiert. Ein Feldahorn wurde als »nicht mehr stehend vorhanden, jedoch offensichtlich nicht zur Verwertung vorgesehen« markiert, zwei Feldahorne wurden als »mutmaßlich länger als 12 Monate abgestorben« markiert sowie ein Feldahorn als »ungültiger Probestaum der Vorgängerinventur« gekennzeichnet. 76 Feldahorne wurden in Bayern hingegen wiederholt und 55 erstmalig als Probestäume aufgenommen.

Ergänzend zeigt Abbildung 3 die relativen Nutzungsmengen an Punkten mit bzw. ohne Feldahorne (im Flachland sowie in Mittelgebirgen) in Bezug auf den Vorrat der Vorgängerinventur. Aus dieser Abbildung wird ersichtlich, dass an Punkten, an denen Feldahorne in Bayern vorkommen, relativ betrachtet in etwa genauso viel des Vorrats der Vorgängerinventur genutzt wurde wie an Punkten ohne Feldahornvorkommen. Eine Analyse der Positionen der entnommenen Bäume zu den Positionen der Feldahorne (mittlere Abstände zu Feldahorn im Vergleich zu mittleren Abständen zu dicksten Bäumen des Punktes) hat keine eindeutigen Ergebnisse erbracht. Diese Auswertung muss allerdings vor dem Hintergrund gesehen werden, dass bei der Bundeswaldinventur aufgrund der Auswahl der Probestämme über eine Winkelzählprobe keine vollständigen Umgebungsinformationen für Einzelbäume vorhanden sind.

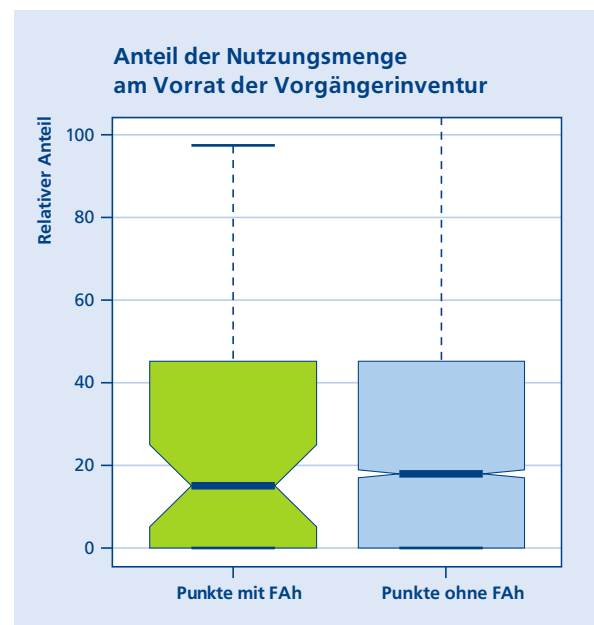


Abbildung 3: Nutzungsmenge zwischen BWI 2002 und BWI 2012 an Inventurpunkten mit und ohne Feldahorn (FAH) in Bayern in Relation zum Vorrat der Vorgängerinventur

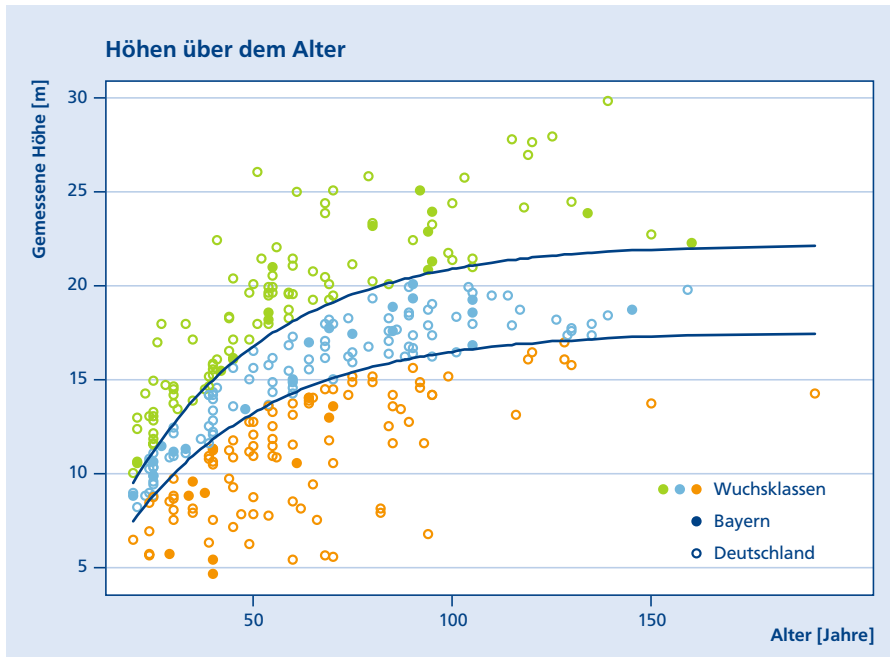


Abbildung 4: Gemessene Höhen des Feldahorns über dem Alter in Bayern (ausgefüllte Kreise) und Deutschland (leere Kreise; Daten: BWI 2012). Die Höhenmesswerte wurden in drei gleich große Wuchsklassen (unterdurchschnittliches, durchschnittliches und überdurchschnittliches relatives Wachstum) eingeteilt.

Höhenwachstum des Feldahorns

Das Höhenwachstum des Feldahorns über dem Alter nach den Daten der BWI 2012 in Bayern und Deutschland ist in Abbildung 4 dargestellt, wobei nur »Höhenmessbäume« ab dem Alter 20 Jahre berücksichtigt wurden. Das Höhenspektrum der Feldahorne in Deutschland entspricht weitgehend den einleitend beschriebenen Mittelwerten. In allen Bundesländern wurden allerdings auch deutlich höhere Stämme als in der Literatur im Mittel beschrieben aufgezeichnet (Tabelle 1). Für eine Einwertung des relativen Wachstums wurde die generierte Punktwolke der Höhenmessbäume mit Hilfe der dreiparametrischen Chapman-Richards-Höhenwachstumfunktion (Zeide 1993) ausgeglichen und durch Variation des Koeffizienten des Parameters A in drei zahlenmäßig gleich große Einheiten unterteilt. Man erhält damit ein Kollektiv mit überdurchschnittlich hohen (grün), durchschnittlich hohen (blau) und unterdurchschnittlich hohen (orange) Bäumen.

Mit Hilfe eines Klassifikationsbaumverfahrens (Breiman et al. 1984) wurde versucht, die maßgeblichen standörtlichen und klimatologischen Bedingungen, die für das relative Wachstum des Feldahorns in Bayern wichtig sind, abzuleiten. Berücksichtigt wurden dabei Inventurpunkte, für die ein vollständiger Satz an physiographischen Grunddaten zu Standort bzw. zu den klimatologischen Wuchsbedingungen (Beck und Kölling 2013; Hera et al. 2012) vorlag. Es lassen sich trotz der geringen

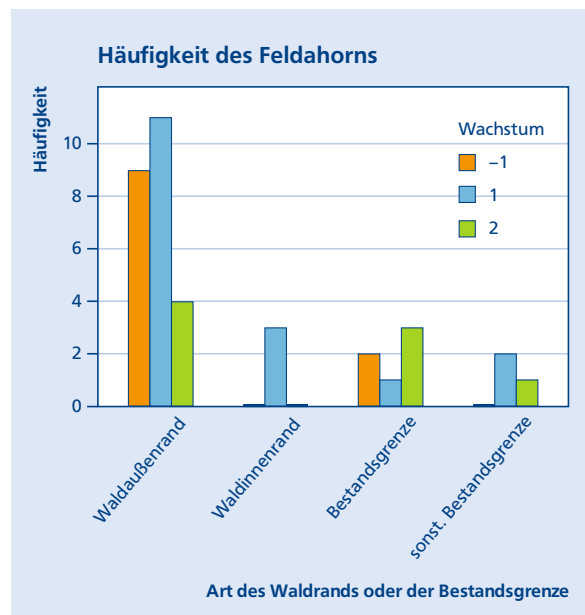


Abbildung 5: Häufigkeit des Feldahorns in Bayern mit unterdurchschnittlichem, durchschnittlichem und überdurchschnittlichem relativem Wachstum hinsichtlich der Art des Waldrands oder der Bestandsgrenze

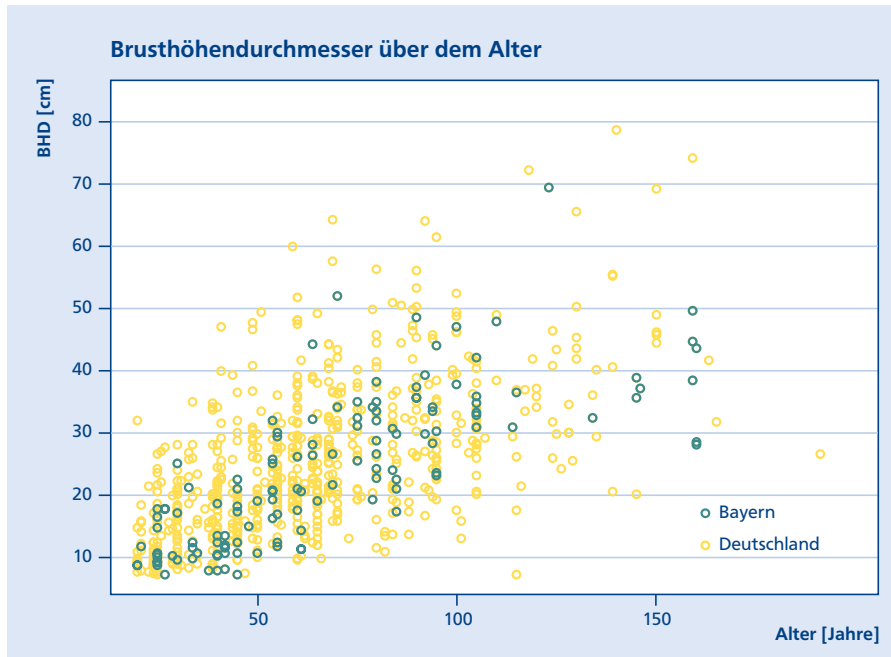


Abbildung 6: Brusthöhendurchmesser des Feldahorns über dem Alter in Bayern (grün) und Deutschland (gelb) (Daten: BWI 2012)

Inventurpunkteanzahl folgende Tendenzen feststellen: Der Feldahorn erreicht ein überdurchschnittliches Höhenwachstum bei höheren mittleren Temperaturen in den drei Sommermonaten Juni, Juli und August und einer höheren Januarminimumtemperatur. Eine höhere Niederschlagssumme in den Sommermonaten führt zu unterdurchschnittlichem Höhenwachstum des Feldahorns. Ein höherer Schluffanteil trägt zu einem überdurchschnittlichen Höhenwachstum bei. An Waldaußenrändern ist das relative Wachstum des Feldahorns tendenziell unter- bzw. durchschnittlich ausgeprägt (Abbildung 5).

Dickenwachstum des Feldahorns

Der Brusthöhendurchmesser des Feldahorns über dem Alter in Bayern und Deutschland ist in Abbildung 6 dargestellt. Der Feldahorn erreicht in Bayern einen maximalen BHD von 69,6 cm und in Deutschland sogar von 78,9 cm (Tabelle 1). Im Durchschnitt liegt der BHD in Bayern bei 24,0 cm (Deutschland 24,7 cm). Das Durchmesserpektrum des Feldahorns entspricht damit weitgehend den einleitend beschriebenen Werten. Der Brusthöhendurchmesser streut bei gleichem Alter relativ stark und ist damit nicht nur vom Baumalter abhängig. Ein generalisierter, additiver Modellansatz unter Einbeziehung von BaSIS-Daten als erklärende Variablen lieferte jedoch keine zufriedenstellenden Ergebnisse für Bayern.

Für die Betrachtung der Zuwachseleistung wurden die BHD-Daten der BWI 2002 und die Wiederholungsmessung der BWI 2012 verwendet. Der Durchmesserzuwachs nach einem Wuchszeitraum von 10 Jahren beträgt hierbei im Durchschnitt 2,4 cm in Bayern (in Deutschland 3 cm). Auch hier wurden ein generalisierter, additiver Modellansatz unter Einbeziehung physiographischer und klimatischer Parameter (Beck und Kölling 2013; Hera et al. 2012) sowie Daten der Bundeswaldinventur für Bayern getestet. Potenziell erklärende Variablen (z. B. die Grundfläche nach Winkelzählprobe 1 als Größe zur Einschätzung der Standraumverfügbarkeit für die einzelnen Feldahorne) liefern wenig aussagekräftige Ergebnisse für Bayern.

Wachstum des Feldahorns bei Trockenheit

Zur Untersuchung des Wachstums des Feldahorns bei Trockenheit wurden in Versuchsbeständen im Wuchsgebiet »Fränkische Platte« Jahrringanalysen durchgeführt. Die Fränkische Platte gehört zu den wärmsten und trockensten Regionen Bayerns (Gauer und Aldinger 2005) und erlaubt somit bereits heute einen Blick auf zukünftige Klimaverhältnisse und Stresssituationen für viele Wälder (Meinardus und Bräuning 2011). Zudem stellt das Wuchsgebiet einen Verbreitungsschwerpunkt des Feldahorns (Abbildung 1) als Mischbaumart in Traubeneichen- oder Rotbuchenwäldern mit Hainbuche, Linde oder Elsbeere dar.

Versuchsbestand	Sailershausen			Schonungen		
	Feldahorn	Traubeneiche	Rotbuche	Feldahorn	Traubeneiche	Rotbuche
BHD [cm]	41,5	41,6	38,2	33,7	35,6	37,9
Höhe [m]	26,4	28,0	25,4	24,6	23,1	24,5
Radialzuwachs [mm]	1,8	1,8	2,1	1,4	1,3	1,7
Durchschnittsalter [a]	88	99	86	102	113	102
Min-Max [a]	62 – 106	77 – 105	44 – 101	70 – 120	95 – 145	91 – 111
Untersuchte Bäume [N]	9	10	19	9	10	9

Tabelle 3: Durchschnittswerte von Brusthöhendurchmesser (BHD), Höhe, jährlichem Radialzuwachs, Alter, Altersspanne und Anzahl der untersuchten Bäume in den Beständen Sailershausen und Schonungen

Für die Jahrringanalytischen Untersuchungen wurden solche typischen Bestände in Sailershausen (Stark 2015) und Schonungen (Landkreis Schweinfurt) ausgewählt. Beide Standorte sind basenreich und trocken, wobei die Wasserversorgung in Schonungen etwas ungünstiger ist (Kunz et al. 2013), was sich auch an den geringeren mittleren Baumhöhen ablesen lässt (Tabelle 3). Der Feldahorn ist den Hauptbaumarten an beiden Waldorten in Dimension und Höhe ebenbürtig und gleichberechtigt an der herrschenden Kronenschicht beteiligt.

Eine Auswertung von Jahrringbreiten bietet die Möglichkeit, radiale Zuwächse von Bäumen rückblickend zu betrachten und insbesondere die Wachstumsreaktionen nach Störungen wie beispielsweise Trockenheitsereignissen zu untersuchen. Mittels dendroökologischer Analyseverfahren können beispielsweise Einschätzungen zur Toleranz von Baumarten gegenüber Trockenheit getroffen und somit die Wuchsdynamik von Bäumen unter zukünftigen Klimabedingungen prognostiziert werden (Schweingruber 1996).

Zur Durchführung der Jahrringanalysen wurden in den beiden Versuchsbeständen an mindestens neun Individuen pro Baumart jeweils zwei Bohrkerne in 1,3 m Höhe entnommen. Neben Feldahornen wurden auch Traubeneichen und Rotbuchen untersucht, wodurch eine bessere Einordnung und Vergleichbarkeit der gewonnenen Ergebnisse möglich war. Alle entnommenen Bohrkerne wurden getrocknet, präpariert und die Jahrringbreiten auf 0,01 mm genau gemessen. Die ermittelten Jahrringserien wurden nachfolgend synchronisiert und gemittelt. Wichen die Jahrringserien einzelner Bäume zu stark voneinander ab, schloss man diese von weiteren Analysen aus (Tabelle 4). Zuletzt wurden die Jahrringbreiten standardisiert und bestandsweise zu baumartenspezifischen Jahrringchronologien zusammengefasst. Dadurch lassen sich für die Analyse

der Klima-Wachstums-Beziehungen störende Einflussfaktoren wie Alterstrends des Baumwachstums oder waldbauliche Maßnahmen herausrechnen (Zang et al. 2011).

Innerhalb dieser Untersuchung wurden die Radialzuwächse der Arten in den europaweiten Trockenjahren 1947, 1976 und 2003 beobachtet. Dabei sollte jedoch nicht nur der Zuwachs innerhalb der einzelnen Extremjahre analysiert werden, sondern mit fünfjährigen Referenzzeiträumen vor – zur Bestimmung der Resistenz im Trockenjahr – und nach – zur Ermittlung der anschließenden Erholung – verglichen werden (Lloret et al. 2011).

Im Gegensatz zu Feldahorn und Rotbuche konnten bei der Traubeneiche keine signifikanten Zuwachseinbrüche in den drei untersuchten Trockenjahren beobachtet werden (Tabelle 4). Allerdings waren die trockenheitsbedingten Zuwachseinbußen nur im etwas frischeren Bestand Sailershausen, nicht jedoch auf dem trockeneren Standort Schonungen, statistisch nachweisbar. Dennoch war selbst bei der Traubeneiche eine durchschnittliche Reduktion des Radialzuwachses von rund 15 % infolge von Trockenheitsereignissen zu beobachten (Abbildung 7). Dieser Zuwachsrückgang fiel jedoch im Vergleich zu Feldahorn (30 %) und Rotbuche (45 %) deutlich geringer aus.

Indes konnten Feldahorn und Rotbuche ihre Zuwachseinbrüche durch einen deutlich erhöhten Radialzuwachs nach den Trockenjahren kompensieren (Abbildung 7) und dabei stärkere Zuwächse als Traubeneiche aufweisen. Über das langjährige Mittel betrachtet lagen die Radialzuwächse der Rotbuche vor allem in Jahren mit ausreichender Wasserversorgung über denen von Feldahorn und Traubeneiche (Tabelle 4). Es kann jedoch angenommen werden, dass eine weitere Zunahme von extremen Trockenjahren in deutlich kür-

Trockenjahr	Sailershausen			Schonungen		
	Feldahorn	Traubeneiche	Rotbuche	Feldahorn	Traubeneiche	Rotbuche
1947	0,334	0,350	0,034	0,337	0,320	0,150
1976	0,001	0,310	0,001	0,057	0,550	0,273
2003	0,018	0,930	0,256	0,431	0,778	0,073

Tabelle 4: Signifikanzwerte der Superposed Epoch Analysis (SEA; 10.000 Bootstrap-Wiederholungen, Beobachtungszeitraum fünf Jahre vor und nach dem Trockenjahr). Fett gedruckte Werte zeigen einen signifikanten Zuwachseinbruch ($p < 0,05$) der untersuchten Bäume in den ausgewählten Trockenjahren 1947, 1976 oder 2003 für die Bestände Sailershausen und Schonungen an.

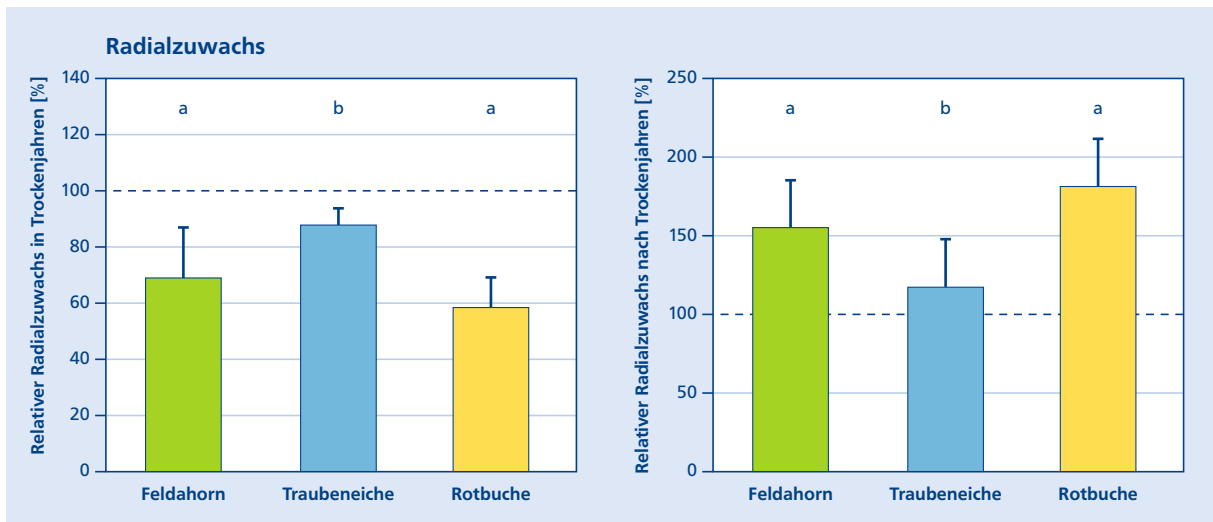


Abbildung 7: Relativer Radialzuwachs in (links) und nach (rechts) den Trockenjahren 1947, 1976, 2003 für alle untersuchten Bäume. Zuwachswerte von 100 % sind durch eine gestrichelte Linie dargestellt und belegen keinen Zuwachseinbruch im Trockenjahr (links), beziehungsweise eine vollständige Erholung des Zuwachses innerhalb von fünf Jahren nach dem Trockenjahr (rechts). Einfaktorielle Varianzanalyse (ANOVA), unterschiedliche Buchstaben zeigen signifikante Unterschiede ($p < 0,05$) zwischen den Baumarten an, Fehlerbalken stellen die Standardabweichung der einzelnen Messwerte dar.

zeren Zeitintervallen (Bréda et al. 2006) diesen Wuchsvorteil der Rotbuche auf den untersuchten Standorten zukünftig egalisieren wird.

Zusammenfassend betrachtet ist der Feldahorn in den untersuchten Beständen etwas weniger trockenheitstolerant als die Traubeneiche, kann Wassermangel jedoch besser verkraften als die Rotbuche und nimmt im Vergleich dieser Baumarten eine mittlere Position ein. Dieses Ergebnis konnte bei weiteren dendroökologischen Untersuchungen außerhalb Bayerns bestätigt werden (Kunz et al. 2013).

Waldbaulicher Ausblick

Wie z.B. von Hemery et al. (2010), Häberlein (2011) oder Kölling et al. (2015) erwähnt, wird dem Feldahorn ein großes Potenzial für die Beteiligung in unseren Wäldern infolge des Klimawandels zugemessen. Die untersuchten Standorte in Unterfranken erlauben aufgrund ihrer klimatischen und standörtlichen Bedingungen bereits heute einen Blick auf zukünftig zu erwartende waldbauliche Situationen. Die retrospektive Auswertung von Jahrringbreiten belegt, dass der Feldahorn vor dem Hintergrund des Klimawandels eine noch wichtigere Rolle beim Aufbau von trockenheitstoleranten Eichenmischwäldern übernehmen kann. Dabei kann der Feldahorn dort auch zum jetzigen Zeitpunkt schon eine waldbauliche Alternative zur Rotbuche sein, wo die Hauptbaumart aufgrund der ungünstigen Wasserversorgung nur noch geringe Zuwächse erbringt oder bereits zurücksetzt. Stark (2015) zeigt, dass

auch beim Feldahorn stattliche Dimensionen sowie sehr gute Stammformen zu erzielen sind, wenn er gezielt gefördert wird.

Dementsprechend sollte der Feldahorn auf warm-trockenen und gut mit Nährstoffen versorgten Standorten als gleichberechtigte Waldbaumart wahrgenommen werden. Dazu kann auch eine weitere Förderung der Baumart durch vermehrte Pflanzungen auf geeigneten Standorten beitragen (Kunz und Bauhus 2015). Gerade diese waldbauliche Förderung erscheint notwendig, um den Feldahorn aus seinem Schattendasein herauszuführen und ihm in Zukunft eine angemessene Rolle in Bayerns Wäldern zuzumessen. Der Feldahorn braucht Förderung und Aufmerksamkeit, dann kann er seiner zunehmend wichtiger werdenden Rolle in Bayern gerecht werden.

Literatur

- Beck, J.; Dietz, E.; Falk, W. (2012): Das digitale Standortinformationssystem für Bayern. LWF aktuell 87/ 2012, S. 20–23
- BMELV (2011): Aufnahmeanweisung für die dritte Bundeswaldinventur. 2. geänderte Auflage, 112 S. (URL: <http://www.bundeswaldinventur.de/>) (Hrsg. Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, BMELV)
- Bréda, N.; Huc, R.; Granier, A.; Dreyer, E. (2006): Temperate forest trees and stands under severe drought: a review of eco-physiological responses, adaptation processes and long-term consequences. *Annals of Forest Science* 63, S. 625–644
- Dormann, C. (2013): Parametrische Statistik. Verteilungen, maximum likelihood und GLM in R. Springer Spektrum, 350 S.
- Gauer, J.; Aldinger, E. (2005): »Waldökologische Naturräume Deutschlands«. Mitteilungen des Vereins für Forstliche Standortskunde und Forstpflanzenzüchtung Nr. 43, 324 S.
- Häberle, K.-H. (2011): Der Feldahorn. In: Enzyklopädie der Holzgewächse – 59. Ergänzungslieferung 11/ 11, S. 1–12
- Hemery, G.; Clark, J.R.; Aldinger, E.; Claessens, H.; Maltovi, M. E.; O'Connor, E.; Raftoyannis, Y.; Savill, P.S.; Brus, R. (2010): Growing scattered broadleaved tree species in Europe in a changing climate: a review of risks and opportunities. *Forestry* 83, (1), S. 65–81
- Johnson, J.B.; Omland, K.S. (2004): Model selection in ecology and evolution. *Trends in Ecology and Evolution*, Vol. 19 No. 2, February 2004, S. 101–108
- Kölling, C. (2007): Klimahüllen für 27 Waldbaumarten. *AFZ/ Der Wald* 23, S. 1242–1245
- Kölling, C.; Taeger, S.; Mellert, K.-H.; Falk, W. (2015): Der Feldahorn als Anbaualternative für die Baumartenwahl. *Klima- und Standortansprüche*. LWF Wissen 77, S. 22–29
- Kunz, J.; Bauhus, J. (2015): Das Potenzial seltener und trocken-toleranter Laubbaumarten zur Aufforstung von aufgelassenen Weinbergen. In: Korn, H.; Bockmühl, K.; Schliep, R. (Hrsg.) *Biodiversität und Klima – Vernetzung der Akteure in Deutschland XI BfN Skripten* 389, Bundesamt für Naturschutz, Bonn, S. 63–69
- Kunz, J.; Löffler, G.; Räder, A.; Bauhus, J. (2013): Physiological and growth responses of minor tree species of central Europe to drought. Vortrag, *ClimTree* 2013, 01.–05.09.2013, Zürich
- Lloret, F.; Keeling, E.G.; Sala, A. (2011): Components of tree resilience: effects of successive low-growth episodes in old ponderosa pine forests. *Oikos* 120, S. 1909–1920
- Mayer, H. (1984): *Waldbau – auf soziologisch-ökologischer Grundlage*. Fischer Verlag, 513 S.
- Meinardus, C.; Bräuning, A. (2011): Zur Trockenstresstoleranz von Eichen und Buchen. *LWF aktuell* 85, S. 9–11
- Roloff, A. (2015): Der Feld-Ahorn. Faltblatt der Baum des Jahres – Dr. Silvius Wodarz Stiftung (Hrsg.), Marktredwitz (URL: <http://www.baum-des-jahres.de>), 14 S.
- R Core Team (2015): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <http://www.R-project.org>
- Schweingruber, F.H. (1996): *Tree Rings and Environment. Dendroecology*. Paul Haupt, Bern, Stuttgart, Wien, 609 S.
- Stark, H. (2015): Der Feldahorn, mehr als nur ein Baum des Waldrands. *LWF Wissen* 77, S. 40–45
- Waldherr, M. (1997): Der Feldahorn, der Maßholder. In: *Sträucher in Wald und Flur: Bedeutung für Ökologie und Forstwirtschaft; natürliche Vorkommen in Wald- und Feldgehölzen; Einzeldarstellungen der Straucharten*. Bayer. Forstverein (Hrsg.) – Landsberg: ecomed Verlagsgesellschaft, S. 9–13
- Wöllert, H. (1969): Zur Verbreitung und zum soziologischen Verhalten des Feldahorns (*Acer campestre* L.) in Mittelmecklenburg. *AFFW* 18, 82 S.
- Zang, C.; Rothe, A.; Weis, W.; Pretzsch, H. (2011): Zur Baumarteneignung bei Klimawandel: Ableitung der Trockenstressanfälligkeit wichtiger Waldbaumarten aus Jahrringbreiten. *AFJZ* 182, S. 98–112
- Zeide, B. (1993): Analysis of growth equations. *Forest Science* 39 (3), S. 594–616

Keywords: field maple (*Acer campestre*), occurrence, growth, tree ring, Bavaria, National Forest Inventory

Summary: The field maple is a tree species, which can be rarely found in the forests of Bavaria as well as of Germany. In the course of predicted climate change, the field maple may play a more important role in the future. In the following we analyze data of National forest inventory 2012 and dendrochronological data for this tree species. Results show that the field maple primarily occurs at the edges of the forests (and here at the outer edges of the forests). The field maple prefers base-rich soils and

tolerates comparably unfavorable water supply. Height growth is lower at the edges than inside the forest stands. The field maple is usually not actively used in Bavaria. A systematic support of field maples, however, could be neither confirmed nor denied. Dendrochronological analyses confirm an intermediate radial growth behavior on dry sites compared to sessile oak and beech. According to our results we conclude that the field maple in Bavaria is a tree species, which is allowed to grow together with other tree species on special sites (forest edges, rather dry sites), which are presumably not in the focus of silvicultural management.

Ebrachs starke Feldahorne

Die Wälder rund um das unterfränkische Ebrach im Steigerwald finden schon seit vielen Jahren und Jahrzehnten in Naturschutzkreisen hohe Anerkennung. So hat konsequenter Weise der Forstbetrieb Ebrach (BaySF) ein »Methusalemprogramm« aufgelegt, das 60 bestaunenswerte alte Bäume umfasst. Neun dieser Uraltbäume sind auf dem Methusalemweg zu entdecken. Neben Buchen, Bergahornen und Eichen führt der Rundweg auch an einem Feldahorn vorbei. Mit einem Stammdurchmesser von 84 cm und einer Höhe von etwa 25 m zählt er zu den stärksten seiner Art in Deutschland. Der Baum steht direkt am Waldrand und wird von mächtigen 200-jährigen Buchen und Traubeneichen umgeben, die seine Krone zwar überragen, ihm aber dennoch einen Platz in der Oberschicht zugestehen mussten.

Ein noch stärkerer Feldahorn stand bis in die 1980er Jahre im »Abteigarten« des Zisterzienserklosters Ebrach. Der Baum hatte einen Durchmesser von etwa einem Meter und war rund 30 m hoch. Er dürfte wohl zu den größten und stärksten Feldahornen überhaupt gezählt haben. Der Stamm war morsch und hohl und stellenweise auch aufgerissen. Aus Gründen der Verkehrssicherung wurde der Baum in dem öffentlich zugänglichen Garten damals gefällt. red



Foto: S. Ziermann