

forstarchiv 88, 59-66
(2017)

DOI 10.4432/0300-4112-88-59

© DLV GmbH

ISSN 0300-4112

Korrespondenzadresse:
stimm@mytum.de

Eingegangen:
19.12.2016

Angenommen:
27.03.2017

Schweinemast im Eichenwald – Untersuchungen zur Eichelproduktion in einem ehemaligen und heute beweideten Mittelwald

Pig herding in an oak forest – studies on acorn production in a former coppice-with-standards forest

BERND STIMM¹, HANS-H. HUSS² und REINHARD MOSANDL¹

¹ Technische Universität München, Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt, Lehrstuhl für Waldbau, Hans-Carl-von-Carlowitz-Platz 2, 85354 Freising, Deutschland

² Eichelschwein GmbH, Obere Hauptstr. 29, 85354 Freising, Deutschland

Kurzfassung

Über einen Zeitraum von 10 Jahren (2006–2015) wurden die jährlichen Eicherträge in einem ehemaligen Mittelwald untersucht, der – neben anderen Leistungen – der Schweinehaltung im Wald dient. Die Eichelmengen unterliegen räumlichen und individuell bedingten Schwankungen. Verfahren zur Prognose der Eichelmast wurden getestet, sind jedoch noch mit gewissen Ungenauigkeiten behaftet. Wenn eine konstante Zahl von Schweinen auf der Untersuchungsfläche gehalten werden soll, dann wird man aufgrund der schwankenden jährlichen Eichelproduktion um Zufütterungen oder Zukäufe von Futtereicheln nicht umhinkommen.

Schlüsselwörter: *Quercus spec.*, Samenproduktion, Monitoring, quantitative Prognose, Hausschwein, historische Waldbewirtschaftung

Abstract

Results are presented about a 10 years (2006–2015) monitoring of acorn production in a coppice-with-standards forest in Lower Franconia, which is providing – among other services – habitat for swine herding. Acorn production was measured in the forest and varied spatially between experimental plots, between individual trees and from one year to another. Prior to acorn fall evaluation of acorn production is possible with some bias.

Because of the varying amount of acorns produced from one year to the other, herding a constant number of swines in the stand may require a feeding of additional fodder or purchase of acorns for fodder.

Key words: *Quercus spec.*, seed production, monitoring, prediction of acorn production, *Sus scrofa domestica*, historical forest management

Einleitung

Ein Blick zurück in der jüngeren Forstgeschichte zeigt, dass Mastjahre im Wald immer herausragende Bedeutung für die Bewirtschaftung hatten. Mastereignisse haben insbesondere in der traditionellen mittelalterlichen Schweinehaltung im Wald jahrhundertlang eine Schlüsselrolle für die Existenz der Menschen gespielt (ten Cate 1972, Huss 1999); dabei standen ertragsbiologische Aspekte im Vordergrund. In der Forstwirtschaft werden Mastereignisse bis zum heutigen Tag mit großer Aufmerksamkeit registriert, da sie für verjüngungsbiologische Überlegungen große Bedeutung haben. Gerade aus waldbaulicher Sicht sind Erkenntnisse über Buchen- und Eichenmasten von hohem Nutzen, um die Verjüngung der Bestände zielgemäß planen und zeitgerecht einleiten zu können (Burschel et al. 1964, Maurer 1964, Reif und Gärtner 2007). In Deutschland gibt es seit 1954 Berichte zu den jährlichen Ernteaussichten für Waldsamen (Konnert et al. 2014). In der Forstpraxis ist nach wie vor für die forstliche Beurteilung des Samentragens eine pragmatische Einstufung für die Einschätzung der Saatguternte in Gebrauch (Tabelle 1).

Für den Raum Franken wurde von verschiedenen Autoren der Versuch unternommen, die Periodizität und Intensität von früheren Mastjahren zu dokumentieren und zu überliefern (siehe Tabelle 2). Für die Zeit ab 1642 hat Schenk (1994) anhand der Aufzeichnungen der Würzburgisch hoch-stiftlichen Forsten und weiterer Archivquellen dargelegt, dass im Zeitraum bis 1803 ergiebige Eichenmasten im Abstand von etwa 12 Jahren stattfanden. Beleg dafür war die akten- und zahlenmäßige Dokumentation des erfolgten Eintriebs von Schweinen in den Wald.

Zusammenfassende Darstellungen zu Mastereignissen über größere Gebiete hinweg sind selten und zumeist neueren Datums (siehe Nussbaumer et al. 2016).

Mit dem neuzeitlichen Ackerbau und der Waldpurifikation, also der Trennung von forst- und landwirtschaftlicher Produktion im 18. und 19. Jahrhundert, ist die Waldweide in weiten Teilen Mitteleuro-

Tab. 1. Forstliche Beurteilung des Samentragens (nach Rohmeder 1972).
Categorization of masting events (after Rohmeder 1972).

Mastkategorien	Anteil an Vollmast [%]	Eigenschaften
Vollmast	100	Alle Bäume, auch beherrschte, tragen reichlich Früchte bzw. Zapfen
Gute Ernte	71–99	
Halbmast (Mittelernte)	41–70	Früchte bzw. Zapfen reichlich an Bestandesrändern, im Bestandesinnern nur an herrschenden und vorherrschenden Bäumen
Sprengmast (geringe Ernte)	10–40	Geringer, unterbrochener Fruchtansatz und Zapfenbehang an Bestandesrändern; im Bestand nur an vorherrschenden Bäumen
Fehlmast	0	

Tab. 2. Übersichten über Eichenmastjahre in Bayern (nach Sommer 2008).
Overview on oak mast years in Bavaria (after Sommer 2008).

Quelle	Zeitraum [Jahre]	Ort	Mast [alle ... Jahre]			
			Vollmast	Halbmast	Sprengmast	Fehlmast
Rohmeder (1972)	keine Angabe	keine Angabe	10	10	2–3	2–3
	keine Angabe	Mittelgebirge	6–8			
Schenk (1994)	1642–1803	Würzburg. hoch-stiftl. Forsten	12	11–12		
	1966–1992	OFD Würzburg	3–4	13		
Klöck (1963)	1950–1962	FA Mittelsinn/Unterfranken	5–6			
Maurer (1964)	1850–1963	Unterfranken		4–5		
Konnert et al. (2014)	1954–2013	Bayern	20	2–3	3–4	3–4
Nussbaumer et al. (2016)	1995–2013	Mittel- u. Nord-Europa		2–6		

pas allmählich verschwunden. Mit der Aufgabe der Schweinehaltung im Wald ist leider auch das Wissen um eine optimierte Schweinebeweidung verloren gegangen. In Deutschland existiert die Schweinemast im Wald erst wieder seit dem Jahr 2003, als im Rahmen eines Pilotprojekts wieder Schweine in Iphofen in Unterfranken in den Wald getrieben wurden. Auf einer Fläche von knapp 3 Hektar wurde im Herbst 2003 mit nur wenigen Tieren ein Projekt zur Hutewaldbeweidung gestartet. Mithilfe dieses Projekts sollten die Grundlagen für eine Wiedereinführung der Schweinemast im Wald erarbeitet, insbesondere sollte der Einfluss der Beweidung auf die Fleischqualität und den Wald untersucht werden.

Ganz im Sinne der von der Gesellschaft geforderten Agrarwende ging die Eichelschwein GmbH daran, einen Demonstrationsbetrieb als Vorzeigeprojekt einer nachhaltigen, naturverträglichen und wirtschaftlichen Nutzung einer alten Schweinerasse einzurichten. Diese Nischennutzung erhält vom Aussterben bedrohte Haustierrassen und selten gewordene Waldformationen und trägt so zur Sicherung der biologischen Vielfalt bei (Huss et al. 2011).

Die Hauptziele des Modell- und Demonstrationsvorhabens „Eichelmast mit Schweinen“ lagen in der Erhaltung mittelwaldartiger Waldstrukturen im Sinne eines Kulturlandschaftsschutzes, in der Erprobung tiergerechter Haltungsverfahren im Wald und in der Gewinnung von Erkenntnissen zu Eicheln als Futtermittel (Huss et al. 2010, Huss et al. 2011, Stimm et al. 2012). Die wesentlichen Ziele der wissenschaftlichen Begleitung durch den Lehrstuhl für Waldbau lagen im Monitoring der Eichenmast im Mittelwald über einen Zeitraum von 10 Jahren (2006–2015) hinweg, in der Erprobung von Verfahren der Vorhersage der Eichenmast und in der Ermittlung der Tragfähigkeit des Mittelwalds für die Schweine.

Im Einzelnen sollten folgende Fragestellungen Beantwortung finden:

- Gibt es Unterschiede in der Eichenmast im Laufe der Jahre?
- Gibt es Möglichkeiten zur quantitativen Vorhersage der Mast?
- Wieviele Schweine können auf der Fläche gehalten werden?

Neben diesen Fragestellungen wurde versucht, die Auswirkungen der Schweinehaltung auf Baumverjüngung, Bodenpflanzen und -tiere abzuschätzen; die zugehörigen Befunde werden kurz zusammengefasst mitgeteilt.

Material und Methoden

Waldbauliche Charakterisierung des Bestandes

Die Versuchsfläche Abt. Schäferschlag gehört zum Possenheimer Wald der Stadt Iphofen. Sie liegt im Teilwuchsbezirk 4.2/1 „Südliche Gipskeuperplatte“. Die regionale natürliche Waldzusammensetzung nennt Buchen-Eichen-Wälder und kolline Eichen-Buchen-Wälder. Das Jahresmittel der Temperatur wird im Zeitraum 2008 bis 2015 für Iphofen mit 10,7 °C, der mittlere Jahresniederschlag mit 608 mm angegeben (Agrarmeteorologie Bayern 2016).

Es handelt sich um einen 18,5 ha großen Eichen-Laubholzbestand, der vor rund drei Jahrzehnten noch als Eichen-Mittelwald bewirtschaftet wurde; die Rechte wurden Mitte der 1980er-Jahre abgelöst. Es überwiegt die Traubeneiche (*Quercus petraea*) gegenüber der Stieleiche (*Quercus robur*). Das Oberholz ist durch mittleres bis starkes Eichen-Baumholz mittlerer Qualität gekennzeichnet. In Tabelle 3 gegenübergestellt ist ein aktiver Mittelwald in Weigenheim, der eine höhere Stammzahl an Kernwüchsen, jedoch einen deutlich geringeren Durchmesser des Grundflächenmittelstammes, eine geringere Höhe des Grundflächenmittelstammes und daraus abgeleitet einen geringeren Vorrat aufweist. Die geringere Stammzahl und geringe Vorratsanreicherung in der Abteilung Schäferschlag sind als Folge der Aufgabe der Mittelwaldwirtschaft zu interpretieren. Ein-

Tab. 3. Bestandeskennwerte des Oberholzes in der Abteilung Schäferschlag/Stadtwald Iphofen. Zum Vergleich werden hier die Kennwerte für den Mittelwald in Weigenheim dargestellt, der noch aktiv durch die Rechtlergemeinschaft Weigenheim bewirtschaftet wird.

Characteristics of the upper canopy trees component in Schäferschlag. For comparison we show the characteristics of the Weigenheim estate, a coppice-with-standards forest under active management of Weigenheim citizens, who own the rights of forest use.

Bestandeskennwerte	Iphofen	Weigenheim
Alter [Jahre]	30–190	25–120
Stammzahl [N ha ⁻¹]	128	421
Grundfläche (GFI) [m ² ha ⁻¹]	15,8	15,3
Durchmesser GFI-Mittelstamm [cm]	39,7	21,6
Höhe GFI-Mittelstamm [m]	20,7	16,5
Vorrat [Vfm ha ⁻¹]	153,8	133,7

zeln beigemischt sind im Schäferschlag Aspe (*Populus tremula*), Birke (*Betula spec.*), Feldahorn (*Acer campestre*), Esche (*Fraxinus excelsior*), Kirsche (*Prunus avium*) und Elsbeere (*Sorbus torminalis*). Im Unter- und Zwischenstand finden sich zahlreiche und gegenüber dem Eichenaufwuchs sehr konkurrenzkräftige Hainbuchen (*Carpinus betulus*) (teils aus Stockausschlag), die in Einzelfällen bereits ins Oberholz durchstechen.

Erfassung der Eichelproduktion von Einzelbäumen

Für die Erfassung der Eichelproduktion an Einzelbäumen wurden insgesamt 20 Bäume (Kraft'sche Baumklasse 1–2) ausgewählt. Je Baum wurden 4 Samenfallen (orientiert nach den vier Haupthimmelsrichtungen) in einer Höhe von 1,3 m aufgestellt. Die einzelnen Fallen wurden dabei in einer Entfernung vom Stamm, die der Hälfte der jeweiligen Kronenausladung in der entsprechenden Himmelsrichtung entsprach, platziert. In den Monaten September bis Dezember erfolgten jährlich bis zu dreimalige Leerungen der Fallen. Die Eichelproduktion der Einzelbäume wurde durch die Anzahl der ausgereiften und intakten Eicheln je m² Fallen- und Kronenschirmfläche quantifiziert.

Erfassung der Eichelproduktion auf Parzellen

Für die Erfassung der Eichelproduktion auf Teilflächen wurden insgesamt acht Parzellen à 400 m² (20 x 20 m) verteilt über den Bestand ausgewählt und zum Schutz vor Schweinen gezäunt. Auf jeder Parzelle wurden 25 Samenfänge im Raster von 4 m x 4 m am Boden verteilt. Die Leerung der Samenfänge erfolgte jährlich bis zu dreimal bis Ende Dezember. Die Eichelproduktion auf den Teilflächen wur-

de durch die Anzahl der ausgereiften und intakten Eicheln je m² Fallenfläche quantifiziert.

Das weitere Messprogramm an den ausgewählten Einzel- und Oberholzbäumen der Teilflächen umfasste die Bestimmung der sozialen Stellung (nach Kraft), des Brusthöhendurchmessers und der Gesamthöhe der Bäume. Zusätzlich wurden die Ansatzhöhe des 1. Grünastes und die Höhe der durchschnittlichen maximalen Kronenbreite gemessen. Über Kronenablängen nach 8 Kronenradien wurde es möglich, die Kronenschirmfläche und zusammen mit den ausgewählten Höhen die entsprechenden Kronenmantelflächen zu errechnen.

Bereits im Juli oder August des jeweiligen Jahres wurde eine Eichelmastschätzung mit dem Fernglas (visuelle Zählung nach Koenig et al. 1994) durchgeführt. Im Jahr 2009 wurde ergänzend eine Drohne für die Prognose eingesetzt (Hofmann et al. 2009).

Ergebnisse

Eichelproduktion von Einzelbäumen

Betrachtet man die Spitzenwerte der Eichelproduktion dann hat Baum Nr. 16 im Mastjahr 2012 mit 38.000 Stück die meisten Eicheln produziert. Das Jahr 2012 ist auch deshalb interessant, weil 11 von 20 Bäumen in diesem Jahr ihre höchste Samenproduktion in der Untersuchungsdekade erreichen. Als Negativjahre fallen die Jahre 2009 und 2015 auf, in denen nur zwei bzw. drei von 20 Bäumen Früchte erzeugen und dies auch noch in einer sehr geringen Menge (Tabelle 4).

Tab. 4. Eichelproduktion bei Einzelbäumen (Anzahl Eicheln pro Baum) von 2006 bis 2015 und durchschnittliche jährliche Eichelerzeugung pro Baum (DJS, in Prozent). Die DJS errechnet sich aus dem Quotienten von 10-jährigen Mittelwert und Maximalwert der Eichelproduktion und wird in Prozenten einer Vollmast ausgedrückt. Sie beträgt für das Kollektiv der 20 Einzelbäume 25 %.

Acorn production of individual trees (no. acorns per tree) from 2006 to 2015 and mean annual acorn production per tree (DJS, in percent). DJS is calculated by dividing the 10 years average by the maximum value of acorn production and is given in percent. For the collective of 20 individual trees a mean annual production of 25% was calculated (in comparison with Rohmeder 1972: 23%).

Baum	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Mittel	DJS
1	658	1.975	658	0	0	14.705	0	3.731	10.315	219	3.226	21,9
2	19.705	0	5.692	1.314	2.627	5.692	24.083	438	12.699	0	7.225	30,0
3	0	228	456	1.367	0	5.011	10.478	911	13.895	0	3.234	23,3
4	1.798	1.798	0	0	0	4.496	8.992	1.349	5.395	0	2.383	26,5
5	13.488	0	1.349	0	899	11.240	26.525	0	23.378	0	7.688	29,0
6	5.653	0	0	0	0	15.191	5.299	1.766	5.653	0	3.356	22,1
7	0	231	0	0	0	1.383	922	231	231	0	300	21,7
8	3.113	0	1.038	0	0	0	11.933	0	19.715	0	3.580	18,1
9	878	219	0	0	0	439	1.536	219	439	0	373	24,3
10	3.735	1.358	0	0	0	0	340	0			543	14,5
11	269	2.149	2.417	0	0	5.372	806	537	1.343	0	1.289	24,0
12	2.457	0	284	0	0	1.040	4.253	0	1.607	0	964	22,7
13	0	4.083	0	0	510	2.552	4.083	2.552	2.552	0	1.633	40,0
14	1.867	3.501	467	0	0	467	5.135	0	1.400	0	1.284	25,0
15	709	236	0	0	0	945	709	0	1.890	236	472	25,0
16	12.656	1.519	14.175	0	1.519	6.075	37.968	0	23.287	0	9.720	25,6
17	1.931	644	483	0	161	805	161	483	805	0	547	28,3
18	632	316	0	0	0	2.212	3.792	948	1.896	0	980	25,8
19	14.838	0	14.838	0	353	2.120	22.257	0	16.251	707	7.136	32,1
20	148	74	0	0	0	148	519	0	222	0	111	21,4
Mittel DJS												25,1

Aus dem Quotienten aus der mittleren Eichelproduktion und dem Maximalwert der Eichelproduktion errechnet sich die durchschnittliche jährliche Samenerzeugung (DJS) in Prozent des Spitzenwertes der Produktion. Die DJS schwankt bei den Einzelbäumen zwischen 14,5 % (Baum 10) und 40 % (Baum 13) und liegt im Mittel für das Kollektiv der 20 Einzelbäume bei 25 %. Rohmeder (1972) gibt für die durchschnittliche jährliche Samenerzeugung bei Eiche einen Wert von 23 % an.

Wie die Mittelwerte in Tabelle 4 zeigen, gibt es bei der Eichelproduktion deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Bäumen. So produziert Baum 16 über einen 10-jährigen Zeitraum jährlich im Durchschnitt 9.720 Eicheln, Baum 20 dagegen nur 111 Eicheln. In Abbildung 1 werden von uns vier Beispiele aufgezeigt, wie sie typischerweise im untersuchten Bestand der Abteilung Schäferschlag vorkamen. Die Beispiele A bis C in Abbildung 1 zeigen Bäume mit nahezu dem gleichen BHD und ähnlichen Kronenschirmflächen. Hinsichtlich ihrer Eichelproduktion unterscheiden sie sich jedoch in den Mustern und in der Menge der produzierten Eicheln sehr deutlich. So erzeugte Baum 13 (Beispiel C) mit einer maximalen Zahl von 4.083 Eicheln im Mastjahr 2012 weniger als ein Fünftel der Menge, die Baum 19 (Beispiel B) im selben Jahr als Spitzenwert bildete. Im 10-jährigen Mittel erzeugte Baum 13 mit rd. 1.600 Eicheln nur ein Viertel dessen, was Baum 19 erzeugte. Es gibt im untersuchten Kollektiv also Bäume, die über einen längeren Zeitraum hinweg immer relativ wenige Eicheln produzieren, und solche, die demgegenüber relativ hohe Mengen an Eicheln liefern.

Diese oft sehr drastischen Unterschiede in der Produktivität der Einzelbäume werden durch die in der Forstpraxis eingeführte Ansprache von Beständen bei der Beurteilung der Samenernte nicht offenbar. Gemeinhin spricht man dann von einem Mastjahr, wenn nahezu alle Bäume, zumindest aber die herrschenden und vorherrschenden, reichlich Eicheln tragen. Bei unseren 10-jährigen Messungen erfüllt das Jahr 2012 diese Anforderung noch am ehesten (Abbildung 2).

Erfassung der Eichelproduktion auf Parzellen

Wenn wir die mengenmäßige Eichelproduktion auf den von uns angelegten gezäunten Parzellen betrachten, zeigen sich gewisse Übereinstimmungen mit den Einzelbaumbefunden. Neben dem bereits genannten Jahr 2012 wies vor allem das Jahr 2011 eine relative hohe Eichelproduktion auf mehreren Parzellen auf (Abbildung 3). Dabei werden auf einzelnen Parzellen Spitzenwerte von 100 bis

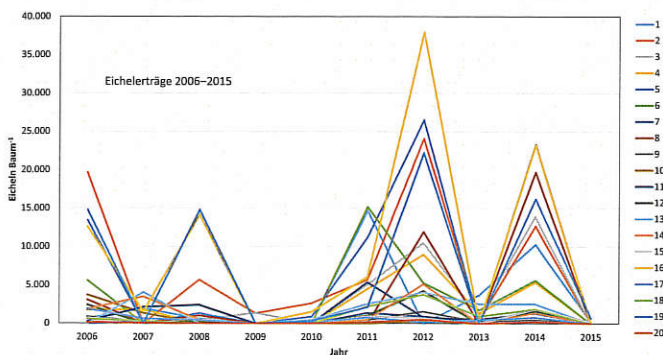


Abb. 2. Ergiebige Mastjahre ergeben sich durch eine mehr oder weniger ausgeprägte zeitliche Überlagerung in der Samenproduktion von Einzelbäumen eines Bestandes, hier dargestellt an einem Kollektiv aus 20 Bäumen.

Good mast years result from a more or less distinct chronological overlay in acorn production (acorns/tree) of individual trees in a stand, as shown here on a collective of 20 trees.

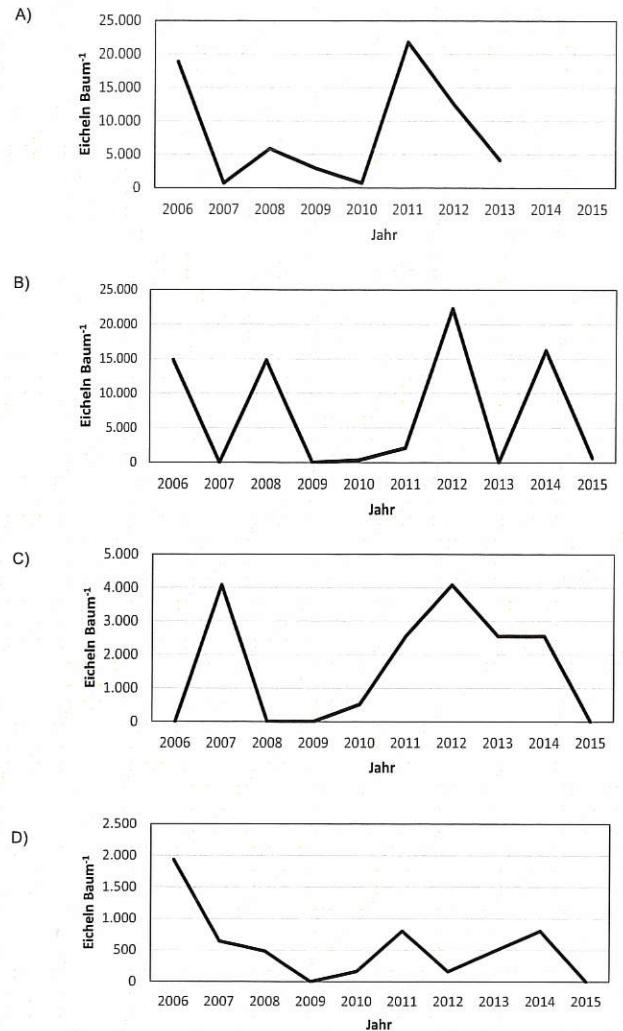


Abb. 1. Individuelle Muster der Eichelproduktion.

A) Baum 20585: BHD 59 cm, Kronenschirmfläche 118 m², Kronenmantelfläche 472 m². Der Baum zeigt zwei Spitzen (2006, 2011), nach dem Mastjahr fällt die Eichelproduktion nicht auf null. Auch in den darauf folgenden Jahren wird stets eine geringe Menge an Eicheln produziert.

B) Baum 19: BHD 57 cm, Kronenschirmfläche 81 m², Kronenmantelfläche 224 m². Der Baum hat vier Spitzen im Jahrzehnt (ca. 15.000 Eicheln). Nach dem jeweiligen Mastjahr fällt die Eichelproduktion auf null ab.

C) Baum 13: BHD 58 cm, Kronenschirmfläche 117 m², Kronenmantelfläche 174 m². Der Baum produziert nur zwei Spitzen im Jahrzehnt mit jeweils geringen Eichelmengen (ca. 4.000 Eicheln) im Verhältnis zu BHD und Kronenwerten. Nach dem Mastjahr 2007 fällt die Produktion steil auf null, steigt nach 2009 langsam an und fällt nach 2012 langsam ab.

D) Baum 17: BHD 36 cm, Kronenschirmfläche 37 m², Kronenmantelfläche 167 m². Der relativ dünne Baum stammt im Gegensatz zu den Beispielbäumen A–C aus der jüngsten Kernwuchsgeneration und zeigt keine ausgeprägten Muster an Spitzenwerten.

Individual patterns of acorn production.

A) Tree 20585. dbh 59 cm, crown projection area 118 m², crown surface area 472 m². Tree shows two peaks (2006, 2011), after the mast year production of acorns does not go down to zero. Also in the following years a low number of acorns is produced always.

B) Tree 19. dbh 57 cm, crown projection area 81 m², crown surface area 224 m². The tree shows four peaks within 10 years (about 15,000 acorns each). After each mast year production goes down to zero.

C) Tree 13. dbh 58 cm, crown projection area 117 m², crown surface area 174 m². This tree shows only two peaks in acorn production within 10 years with relatively low quantity in relation to its dbh and crown values. After the year 2007 productivity for acorns declines steeply to zero, but recovers after 2009 and declines smoothly after 2012.

D) Tree 17. dbh 36 cm, crown projection area 37 m², crown surface area 167 m². This relatively small tree originates presumably from the youngest standard generation in the mid 1980s and shows no distinct pattern.

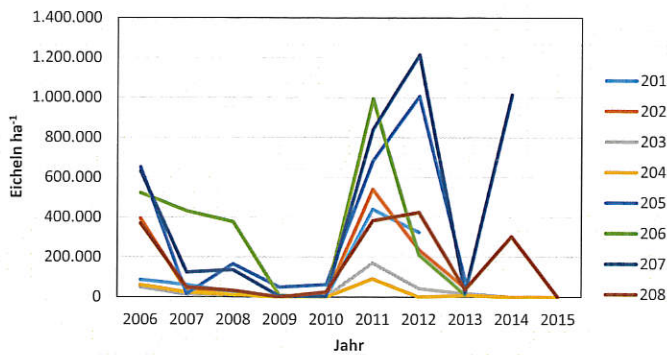


Abb. 3. Eichelnproduktion (Anzahl ha⁻¹) auf ausgewählten Parzellen (Parzellen 201–208).
Acorn production (acorns ha⁻¹) on selected subplots (plots 201–208).

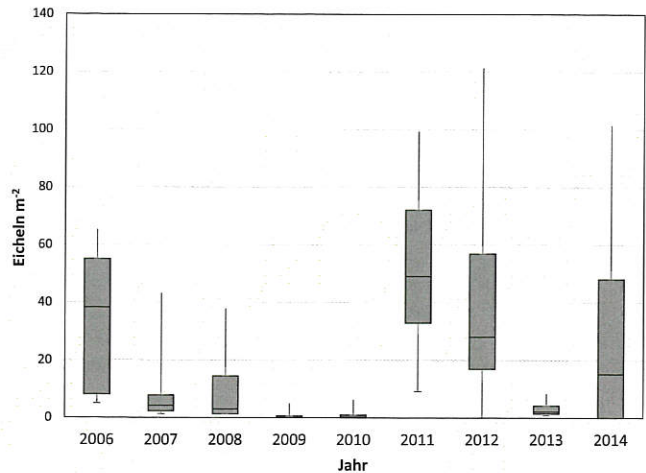


Abb. 4. Boxplots der Eichelnproduktion (Eicheln m²) für die Jahre 2006 bis 2014 vermitteln einen Eindruck über die Verteilung und Streuung der Werte auf ausgewählten Parzellen.
Boxplots of acorn production (acorns m²) for the years 2006 to 2014 give an impression on the distribution and variability of acorn productivity on selected subplots.

120 Eicheln m⁻² nachgewiesen. Der Median der Eichelnproduktion im Jahr 2011 liegt über alle Parzellen hinweg bei 52 Eicheln m⁻² (Abbildung 4, Tabelle 5). Die aufgezeigten Unterschiede zwischen den Parzellen sind teilweise sehr beachtlich, und sind begründet in der auf der jeweiligen Parzelle stockenden unterschiedlichen Anzahl an Alteichen und der von ihnen im jeweiligen Jahr produzierten Menge an Eicheln (Abbildung 4).

Unsere eingangs genannte erste Fragestellung „Gibt es Unterschiede in der Eichenmast von Jahr zu Jahr?“ lässt sich sowohl auf der Ebene des Einzelbaums wie auf der Ebene der untersuchten Teilflächen mit einem Ja beantworten.

Beziehungen zwischen den Ergebnissen der visuellen Zählung und der Eichelnanzahl in Fallen

Insgesamt wurden in den Monaten Juli oder August der Jahre 2007 bis 2015 an 20 Einzelbäumen 180 visuelle Erhebungen mit dem Fernglas (nach Koenig et al. 1994) durchgeführt und mit den für die entsprechenden Jahre im Spätherbst ermittelten Eichelmengen aus den Samenfallen verglichen. Dazu wurden die Werte sowohl der visuellen Zählung als auch der aus den Samenfallen hochgerechneten Eichelnproduktion des jeweiligen Einzelbaumes (Anzahl intakter reifer Eicheln m⁻² Fallenoberfläche und Kronenschirmfläche) log-log transformiert und einer Regressionsanalyse unterzogen (siehe Abbildung 5). Leider werden im Modell nur 35 % der Varianz, die für die in den Fallen aufgefangenen Eichelmengen auftritt, durch die Werte der visuellen Zählung erklärt. Insofern sind die Möglichkeiten einer quantitativen Vorhersage der Mast mithilfe der visuellen Zählung unter den gegebenen Voraussetzungen begrenzt.

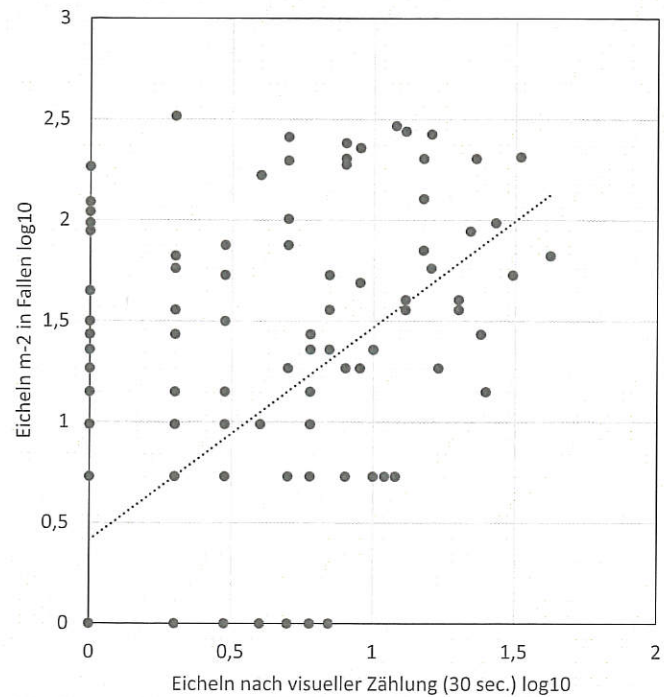


Abb. 5. Beziehung zwischen den Ergebnissen der visuellen Zählung und der Eichelnanzahl in Fallen. Die gepunktete Linie stellt eine lineare Regression ($y = 1,0552x + 0,4129$; $R^2 = 0,346$, $p < 0,001$) dar.
Relation between the results of the visual survey of acorn production and the numbers of acorns in traps. The dotted line is a linear regression ($y = 1.0552x + 0.4129$; $R^2 = 0.346$, $p < 0.001$).

Tab. 5. Beispiele einiger sehr guter Eichenmasten.
Examples of very good masting events.

Bestand	Bestandesalter [Jahre]	Anzahl Eicheln m ²	Quelle
Keine Angabe	120	150	Schreiber (zit. in Rohmeder 1972)
Spessart, Abt. Bomigrain, FA Rothenbuch, 1992, Hochwald	95	82	Stimm (unveröffentl.)
Spessart, Abt. Schwarztor, FA Rothenbuch, 1992, Hochwald	217	276	Stimm (unveröffentl.)
Abt. Maths, Spessart, FA Rothenbuch, 1992, Hochwald	> 240	60	Stimm (unveröffentl.)
Possenheimer Wald, Stadt Iphofen, 2011, Mittelwald	30–190	52	Stimm et al. (2017, diese Studie)

Evaluierung der Eichelmast, Herdengröße und Mastdauer

Ein weiteres Ziel unserer Untersuchungen war herauszufinden, wie viele Schweine auf der Fläche gehalten werden können. Durch die aufwendigen quantitativen Erfassungen der Eichelmast über einen Zeitraum von rund zehn Jahren erhalten wir ein gutes Bild über die die Eichelproduktion im Mittelwald und können unter der Annahme empirischer Werte die tragbare Herdengröße und die mögliche Dauer der jährlichen Schweinehaltung auf der Fläche ableiten (Tabelle 6). Für den Zeitraum 2006 bis 2014 zeigt sich in den Jahren 2011 und 2012 eine ergiebige Mast mit 1.501 kg bzw. 1.264 kg Eicheln ha⁻¹. Unter der Annahme, dass ein Schwein 1,5 kg Eicheln pro Tag verzehrt, ermittelt sich für eine Haltungsdauer von 90 Tagen eine Tragfähigkeit des Waldes (Flächengröße 20 ha) für 222 bzw. 186 Schweine. Bei einer festen Herdengröße von 150 Mastschweinen ermittelt sich unter den o. g. Annahmen eine auf die Eichelmast abgestimmte Haltungsdauer von 133 Tagen (Jahr 2011) und von 111 Tagen (Jahr 2012). Demgegenüber verzeichnen wir auch sehr geringe Masten in den Jahren 2009 und 2010, die den Landwirt vor Probleme stellen, wie er die Ernährung der Schweine sichern kann.

Als Konsequenz aus den Jahren mit geringen Eichelfuttererträgen wurde im Sommer 2012 ein angrenzendes Waldstück mit einer Fläche von 27 ha für die Freilandhaltung beantragt und genehmigt, sodass jetzt insgesamt ein Areal von fast 50 ha zur Verfügung steht und so auch in schwachen Mastjahren verhältnismäßig viele Fruchtbäume vorhanden sind. Ansonsten muss der fehlende Energiefutteranteil durch Zukauf ergänzt werden.

Wie wirkt sich die Schweinehaltung auf Baumverjüngung, Bodenpflanzen und -tiere aus? Ein vorläufiger Befund ist, dass trotz der Aktivität der Schweine nach einer guten Eichenmast Naturverjüngung in Form neuer Eichen-Keimlinge (bis zu 4 Keimlinge m⁻²) nachgewiesen werden kann, die jedoch aufgrund von mechanischen Schäden oder Fraß in späteren Weidegängen wieder vergehen kann. Die Vegetation verändert sich durch die Beweidung: Die Artenzahlen steigen nach der ersten Beweidung erkennbar an, sinken nach weiteren Weidegängen in einigen Parzellen wieder ab. Insgesamt wurden im Wald 61 Laufkäferarten nachgewiesen. Bei den Individuenzahlen ist eine Veränderung feuchtigkeitsliebender Individuen (Zunahme) und großer, flugunfähiger Waldcarabiden (Abnahme) zu beobachten. Im Wald wurden 132 Spinnenarten, 10 Weberknechtarten und eine Pseudoskorpionart nachgewiesen. Die Anzahl der Rote-Liste-Arten blieb unverändert, die Individuenzahlen gingen hingegen zurück. Auf den Nachweis von Hirschkäfer (*Lucanus cervus*) und Gelbbauchunke (*Bombina variegata*) in Jahr 2009 wird hingewiesen. Im Gehege wurde 2006 ein historischer aufgestauter Teich, der wahrscheinlich ursprünglich der Karpfenzucht diente, wieder instand gesetzt und angestaut, damit ihn die Schweine als Suhle und zum Trinken nutzen. In diesem Teich hat sich der Kammolch (*Triturus cristatus*)

angesiedelt und bildet darin heute eines der größten Vorkommen in der Region, wie Kartierungen im Rahmen des europäischen LIFE-Naturprojektes in Iphofen dokumentierten. Außerdem konnte im wechselfeuchten Übergangsbereich des Teiches die Sumpfschrecke (*Stethophyma grossum*) nachgewiesen werden.

Diskussion

Obwohl ein umfangreiches Schrifttum über Samenjahre bei schwerfrüchtigen Baumarten, wie Buche (*Fagus sylvatica*) und Eiche, existiert (Überblick in Nussbaumer et al. 2016), gibt es hinsichtlich bestimmter Aspekte dieses Themenkreises durchaus noch gewisse Erkenntnislücken. So ist die Periodizität der Samenproduktion, aber auch die Intensität, insbesondere jedoch die möglichst exakte Quantifizierung von Masten, bisher nur Gegenstand weniger Untersuchungen. In der kürzlich erschienenen Studie von Nussbaumer et al. (2016) werden Daten zur Mastbildung aus den letzten drei Jahrzehnten bei vier in Zentral- und Nord-Europa verbreiteten Baumarten untersucht. Im Fokus stehen dabei besonders die Muster der Mastbildung und deren mögliche regionale und überregionale Synchronität. Die Analysen zeigen, dass hinsichtlich der Fruktifikationsintensität bei den Baumarten Buche und Fichte (*Picea abies*) eine hohe Synchronität der Einzelbäume eines Untersuchungsortes gegeben ist, diese ist jedoch bei Kiefer (*Pinus sylvestris*) und Eiche deutlich geringer. Interessant ist weiterhin, dass sich die Häufigkeit der Mastbildung bei der Buche in den vergangenen Jahrzehnten in den meisten Regionen Zentral- und Nord-Europas erhöht hat, wogegen die anderen Arten keine eindeutigen oder überhaupt keine Veränderungen erkennen lassen. Untersuchungen von Övergaard et al. (2007) in Schweden machen als Ursache für die in den letzten Jahrzehnten erfolgte Zunahme der Mastfrequenz und -intensität bei Buche klimatische Veränderungen und zunehmende Stickstoffeinträge aus der Atmosphäre verantwortlich.

Nussbaumer et al. (2016) beschreiben eingangs sehr prägnant die verschiedenen Hypothesen für die Mastbildung. Das unregelmäßige Auftreten von Samenjahren in Waldbeständen in früheren Zeiten wurde als Folge eines Ressourcenüberschusses in den Bäumen eines Waldbestands zugunsten der Reproduktion verstanden. Kelly (1994) versteht unter Mastjahren ein Phänomen mit regionalem Bezug und lehnt die Anwendung des Begriffs Mast auf Einzelbäume ab. Wir haben in unserer Untersuchung ganz bewusst Einzelbäume eines Bestands als vorrangiges Studienobjekt gewählt, weil wir die individuelle Variabilität der Fruktifikation kennenlernen wollten. Über die Befunde an 20 intensiv untersuchten Bäumen haben wir im Rahmen dieser Arbeit berichtet, weitere 28 von uns gesondert untersuchte Bäume unterstützen weitgehend die dargelegten Ergebnisse. Wir finden in unserem Untersuchungsbestand Einzelbäume mit sehr aus-

Tab. 6. Evaluierung von Eichelmast, Herdengröße und Mastdauer für die Jahre 2006 bis 2014. Evaluation of masting, herd size and duration of swine herding for 2006–2014.

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Mast [kg Eicheln ha ⁻¹]	1.005	274	282	23	35	1.501	1.264	90	980
Tragfähigkeit ¹	149	41	42	3	5	222	186	13	145
Mastdauer ²	89	24	25	2	3	133	111	8	87

¹ Tragfähigkeit (mögliche Anzahl der Schweine auf einer Fläche von 20 ha über 90 Tage), Annahmen (empirische Werte): 1 Schwein verzehrt 1,5 kg Eicheln pro Tag (nach Meyer 1931, in ten Cate 1972), 1 Eichel wiegt 2,9 g.

Carrying capacity (calculated herd size of swine on an area of 20 ha for a herding duration of 90 days), assumptions (from empirical data): 1 pig is feeding 1.5 kg of acorns per day (after Meyer 1931, cited in ten Cate 1972), the average fresh weight per acorn is 2.9 g.

² Mastdauer (in Tagen; auf einer Fläche von 20 ha für einen Besatz mit 150 Schweinen). Duration of swine herding (in days; on an area of 20 ha for a herd with a no. of 150 swines).

geprägten zeitlichen Mustern und deutlichen Unterschieden in der Höhe der produzierten Eichelmengen. Diese Muster werden erst erkennbar, wenn die Bäume über mehrere Jahre hinweg bezüglich ihrer Samenproduktivität erfasst werden. In unserem Untersuchungsbestand ist die zeitliche Periodizität einer ergiebigen Samenproduktion von Baum zu Baum verschieden. Die von uns untersuchten Bäume zeichnen sich häufig durch verschiedene Frequenzen aus, was die Realisierung von guten Samenjahren betrifft. Einzelne Bäume produzieren im regelmäßigen Turnus eine hohe Menge an Samen, andere zeigen eine eher unregelmäßige Abfolge der Samenbildung mit deutlichen Spitzen oder mehr oder weniger geringen Samenmengen. Dieses Verhalten legt den Schluss nahe, dass die Erscheinung von Mastjahren in Beständen als mehr oder weniger zufällige Übereinstimmung der Verhaltensmuster einzelner Bäume gewertet werden könnte. Folgt man dieser Einschätzung, wird die Existenz sogenannter Trigger-Mechanismen fragwürdig. Koenig und Knops (2000) haben für die Nordhalbkugel der Erde postuliert, dass einige der dort vorkommenden Eichenarten überregionale Muster, auch über Artgrenzen hinweg, zeigen können. Inwieweit die Eichen in Mitteleuropa sich in ein derartiges Konzept einfügen, können wir nicht beantworten. Interessant ist jedoch, dass Nussbaumer et al. (2016) in ihrer überregionalen Analyse die Jahre 2006 und 2011 als Mastjahre (Ausnahme: Dänemark) identifizieren. Auch unser Untersuchungsbestand weist in diesen beiden Jahren eine deutlich hervorgehobene Eichelnproduktion auf. Nussbaumer et al. (2016) weisen darauf hin, dass Stiel- und Traubeneichen Abweichungen in der Synchronität der Mast zeigen können. Diese Erscheinung könnte eventuell in unserem Eichenwald eine gewisse Rolle spielen, der hauptsächlich aus Traubeneichen und einzeln beigemischten Stieleichen besteht. In unserer Untersuchung haben wir nicht nach der jeweiligen Art unterschieden.

Betrachten wir die Muster der Samenproduktion einzelner Eichen im Mittelwald, stellen wir in vielen Fällen fest, dass nach einem ergiebigen Samenjahr im Folgejahr häufig nur geringe bis keine Samenbildung stattfindet. Koenig und Knops (2000) führen diese Erscheinung, die bei einigen Eichenarten einen Zeitraum von zwei Folgejahren umfassen kann, auf eine Erschöpfung der internen Ressourcen zurück.

Im Verlauf unserer Erhebungen findet sich in den Jahren 2009 und 2010 eine große Zahl an Bäumen ohne Fruktifikation. Das ist deshalb von Interesse, weil Konnerth et al. (2014) für das Jahr 2009 eine relativ ergiebige Mast und für 2010 eine Fehlmast in der Region Unterfranken belegen. Im angrenzenden hessischen Spessart (FA Schlüchtern) ist für das Jahr 2009 ebenfalls eine gute Eichenmast belegt (Exkursionsführer Sektionstagung 2016 Bad Soden-Salmünster). Wie lassen sich nun „Fehlmast“ bzw. geringe Mast im Jahr 2009 und 2010 in unserem Untersuchungsbestand erklären? Wie von Lobinger (2010) berichtet, kam es im Raum Unter- und Mittelfranken im Jahr 2009 zu einem kombinierten Auftreten von Eichenwickler, Eichenprozessionsspinner und Eichenmehltau. Nach teils massivem Fraß durch den Eichenwickler belaubten sich die Bäume wieder, die neuen Blätter wurden jedoch rasch von Eichenmehltau befallen; bis Ende Juni wurde dann im Gebiet, einschließlich des von uns untersuchten Mittelwalds, ein starker Fraß des Eichenprozessionsspinners festgestellt. Die daraufhin gebildeten Ersatztriebe fielen wiederum dem Eichenmehltau zum Opfer. Lobinger (2010) führt aus, dass die betroffenen Eichen in dieser Vegetationsperiode nur für kurze Zeit zur Assimilation fähig waren und einen Großteil ihrer Ressourcen für die wiederholten Nachtriebe verbrauchten. Entsprechend geschädigte Eichen waren im Folgejahr 2010 oft mit nur unzureichendem oder gar keinem Blattaustrieb ausgezeichnet (Petercord 2014). In diesen beiden Jahren wurden generell sehr wenige Eicheln produziert. Nur zwei von 20 Bäumen bildeten im Jahr 2009 überhaupt Eicheln aus; im Jahr 2010 waren es sechs von 20. Erst im Jahr 2011 war wieder eine sehr ergiebige Eichelnproduktion nachweisbar, die im Durch-

schnitt 1,5 t Eicheln ha⁻¹ (ca. 52 Eicheln m⁻²) lieferte. Das Beispiel belegt eindrucksvoll, dass der Bestand rund zwei Jahre benötigte, um sich von den Schadereignissen 2009 zu erholen. Unsere Befunde zur Eichelnproduktion lassen vermuten, dass – mit Ausnahme weniger Bäume – die Mehrzahl der Eichen in ihren Ressourcen nahezu völlig erschöpft waren. Insofern sind möglicherweise Jahre mit solchen Schadextremen erst die eigentlichen Trigger für die Eintaktung der Fruktifikation und die daraus entstehenden Vollmastereignisse.

Neben den im Eichenwald vorkommenden natürlichen Futtermitteln (Kräuter, Wurzeln, Blätter, pflanzliche und tierische Komponenten auf und im Boden) kommt den Eicheln bei der Ernährung der Tiere eine wichtige Rolle zu, denn durch sie entsteht ein qualitativ einzigartiges Fleisch, wie man es heute sonst nicht mehr bekommt (Huss 2006, Huss et al. 2011). Mithilfe einer visuellen Zählung im Juli bzw. August versuchten wir, möglichst frühzeitig einen quantitativen Eindruck über die im Herbst zu erwartende Eichenmast zu bekommen. Wie im Ergebnisteil bereits dargelegt, besitzt das von uns ermittelte Vorhersagemodell nur eine relativ geringe Erklärungsgüte. Dies ist zum einen darin begründet, dass zum Zeitpunkt der visuellen Zählung die Eicheln noch grün und hinsichtlich ihrer Größe noch nicht voll entwickelt waren. Die Eicheln sitzen außen auf der Krone auf und sind teilweise vom Beobachter am Boden schwer identifizierbar; sie können zum Teil mit Gallbildungen der Blätter verwechselt werden. Der gut entwickelte teils dichte Zwischenstand aus Hainbuchen beeinträchtigt den freien Durchblick in die Krone. Das von Koenig et al. (1994) vorgeschlagene Zählverfahren eignet sich in unserem Fall nur bedingt für eine quantitative Vorhersage. Zum Zeitpunkt der Vollreife liefert das Verfahren aufgrund der dann besseren Erkennbarkeit der großen braunen Eicheln vermutlich bessere Zahlen. Durch einen Einsatz von Drohnen könnte zukünftig eine qualifiziertere Vorhersage möglich werden; über erste Tests dazu haben wir bereits berichtet (Hofmann et al. 2009).

Danksagung

Die vorgestellte Studie basiert auf dem von 2006 bis 2010 vom Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz geförderten und vom Projektträger Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) begleiteten Modell- und Demonstrationsvorhaben „Eichelmast mit Schweinen“ (Huss et al. 2010). In den Jahren 2010 bis 2015 wurde die Studie als internes Projekt des Lehrstuhls fortgeführt.

Literatur

- Agrarmeteorologie Bayern 2016. Wetterstation Iphofen (LfL). www.wetter-by.de/ (abgerufen am 14.12.2016)
- Burschel P., Huss J., Kalbhenn R. 1964. Die natürliche Verjüngung der Buche. Schriftenreihe d. Forstlichen Fakultät d. Universität Göttingen u. d. Niedersächsischen Forstlichen Versuchsanstalt 34
- Hofmann S., Ludwig M., Huss H., Stimm B., Mosandl R. 2009. Prognose der Eichenmast aus der Luft. AFZ-Der Wald 64 (18), 972–973
- Huss H.-H. 1999. Schweine in der Waldweide und die Möglichkeiten der Reaktivierung dieser Haltung. Diplomarbeit TU München (unveröff.)
- Huss H.-H. 2006. Die besten Schinken wachsen an den Eichen. LWF aktuell 55, 20–21
- Huss H.-H., Stimm B., Mosandl R. 2010. Eichelmast mit Schweinen. Abschlussbericht, BMELV–BLE–Projekt 05BM014
- Huss H.-H., Stimm B., Mosandl R. 2011. Mit Eicheln gemästete Schweine schmecken besonders gut. In: BLE (Hrsg.) Tagungsband Infotage Biologische Vielfalt 2010, 47–60
- Kelly D. 1994. The evolutionary ecology of mast seeding. Trends Ecol. Evol. 9, 465–470
- Klöß W. 1963. Die Entwicklung der Eichenmast 1962 im Forstamt Mittelsinn. Allg. Forstz. 18, 62
- Koenig W.D., Knops J.H.M., Carmen W.J., Stanback M.T., Mumme R.L. 1994. Estimating acorn crops using visual surveys. Can. J. For. Res. 24, 2105–2112

- Koenig W.D., Knops J.M. 2000. Patterns of annual seed production by northern hemisphere trees: a global perspective. *The American Naturalist* 155, 59–69
- Konnert M., Schneck D., Zollner A. 2014. Blüten und Fruktifizieren unserer Waldbäume in den letzten 60 Jahren. *LWF Wissen* 74, 37–45
- Lobinger G. 2010. Eichenfraßgesellschaft 2009/2010. *LWF aktuell* 75, 54–55
- Maurer E. 1964. Buchen- und Eichensamenjahre in Unterfranken während der letzten 100 Jahre. *Allg. Forstz.* 19, 469–470
- Mosandl R., Abt A. 2016. Waldbauverfahren in Eichenwäldern gestern und heute. *AFZ-Der Wald* 71 (20), 28–32
- Nussbaumer A., Waldner P., Etzold S., Gessler A., Benham S., Thomsen I.M., Jørgensen B.B., Timmermann V., Verstraeten A., Sioen G., Rautio P., Ukonmaanaho L., Skudnik M., Apuhtin V., Braun S., Wauer A. 2016. Patterns of mast fruiting of common beech, sessile and common oak, Norway spruce and Scots pine in Central and Northern Europe. *Forest Ecology and Management* 363, 237–251
- Övergaard R., Gemmel P., Karlsson M. 2007. Effects of weather conditions on mast year frequency in beech (*Fagus sylvatica* L.) in Sweden. *Forestry* 80, 555–565
- Petercord R. 2014. Eichenschäden in Unterfranken. *LWF aktuell* 99, 17–19
- Reif A., Gärtner S. 2007. Die natürliche Verjüngung der laubabwerfenden Eichenarten Stieleiche (*Quercus robur* L.) und Traubeneiche (*Quercus petraea* Liebl.) – eine Literaturstudie mit besonderer Berücksichtigung der Waldweide. *Waldoekologie online* 5, 79–116
- Rohmeder E. 1972. Das Saatgut in der Forstwirtschaft. Hamburg u. Berlin
- Schenk W. 1994. Eichelmastdaten aus 350 Jahren für Mainfranken – Problem der Erfassung und Ansätze für umweltgeschichtliche Interpretationen. *Allg. Forst- u. Jagdztg.* 165, 122–132
- Sommer C. 2008. Eichelmast im Mittelwald. Diplomarbeit TU München (unveröff.)
- Stimm B., Huss H.-H., Mosandl R. 2012. Das Eichelschwein – Zukunft für eine traditionelle Wirtschaftsform? *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 115, 231–246
- Ten Cate C.L. 1972. Wan god mast gift. Wageningen