

Archäologische Informationen

13 · Heft 1 · 1990

ISSN 0341-2873

SELBSTBILD

**SPIEGELBILD
ZBIEGELBILD**

TRUGBILD

Das Aktuelle Thema:
Gesellschaft u. Archäologie

Experimentelle Archäologie

Ernteerträge der prähistorischen Getreidearten Emmer und Dinkel - "Die ungünstigste Wahl" -

Peter J. Reynolds

Es wird über die Ergebnisse eines Langzeitanbauversuchs berichtet, der sich über 15 Jahre erstreckte und untersuchen sollte, welche Faktoren den Ertrag der Weizenarten Emmer und Dinkel unter Minimalbedingungen beeinflussen. Das Ziel der Untersuchungen ist, die Landwirtschaftspraxis der jüngeren Eisenzeit in Südengland zu simulieren und wahrscheinliche Ertragsziffern der Weizenproduktion zu ermitteln. Die untersuchten Variablen sind "Fruchtwechsel bei Sommergetreide" und "Daueranbau bei Wintergetreide" im Verhältnis zu den Konstanten "gleichbleibende Feldbearbeitung" und "Klimaeffekt". Mit einer Ausnahme, die auf extreme Klimabedingungen zurückzuführen ist, konnten durchweg gute Ernteerträge erzielt werden.

Das "Butser Ancient Farm"-Projekt wurde 1972 als in seiner Art bisher einmaliges Freiluftlaboratorium gegründet, das den archäologischen Befund zur Landwirtschaft und häuslichen Wirtschaft am Ende des ersten Jahrtausends v.Chr. empirisch erforschen will. Die Bestandteile eines eisenzeitlichen Bauernhofes wurden experimentell nachgebaut, wobei der Faktor Zeit kritisch gewertet wurde. Das Gesamtprogramm umfaßt Untersuchungen zum Hausbau, zu Erdwerken, zu Viehhaltung und Ackerbau. Letztere schließen sowohl die Bearbeitung und Umzäunung der Felder als auch die Unterhaltung von Viehweiden ein (Reynolds 1979).

Die "Butser Ancient Farm" umfaßt zur Zeit vier Standorte, die jeweils in unterschiedlichen bioklimatischen Zonen liegen. Das ursprüngliche Versuchsareal, auf dem von 1972 bis jetzt Anbauversuche durchgeführt wurden und auf das sich dieser Bericht vor allem bezieht, liegt auf einem Sporn, genannt "Little Butser", der sich nördlich des Butser Hill, der höchsten Erhebung des Kreidhügellandes von Hampshire in Südengland, erstreckt (Ordnance Survey Sheet 197, Ref. 719208).

Bereits die Geschichte dieses 174 m über dem Meeresspiegel liegenden Spornes zeigt die Unwirtlichkeit seiner Lage: Seit Menschengedenken wurde er ausschließlich als Weide genutzt, wobei das Grasland nicht durch Düngung verbessert wurde und daher relativ reich an Pflanzenarten blieb (Tansley 1939). Auf dem Sporn sind mehrere archäologische Denkmäler erhalten; das jüngste ist ein viereckiger Hügel, ein künstliches Kaninchengehege, der wohl ins 18. oder 19. Jh. datiert (Crawford u. Keiller 1928). Zusätzlich gibt es eine kreisförmige Vertiefung, die wahrscheinlich einen eisenzeitlichen Hausgrundriß darstellt, und eine unvollendete - ebenfalls eisenzeitliche - Wallanlage. Eine Reihe von Wegespuren vom Neolithikum bis ins Mittelalter überqueren das Areal.

Die archäologischen Untersuchungen haben ergeben, daß der Sporn von der späten Bronzezeit an und während der gesamten Eisenzeit relativ intensiv besiedelt war; für eine römische Besiedlung gibt es keine Hinweise. Der Sporn scheint in urgeschichtlicher Zeit Standort eines kleinen Bauernhofes gewesen zu sein, dessen Feldflächen wahrscheinlich am Osthang und im Tal nördlich davon lagen; bei den Ausgrabungen konnten auf dem Sporn selbst keine Spuren urgeschichtlicher Ackerfluren nachgewiesen werden. Im ersten Jahrhundert v. Chr. wurde die Siedlung wahrscheinlich aufgelassen. Die mit Hasel (*Corylus avellana*) und Esche (*Fraxinus excelsior*) bestandenen Hänge des Sporns dienten bis in jüngste Vergangenheit außer zur Viehweide auch zur Holzwirtschaft.

Die Bodendecke auf dem "Little Butser" ist eine schwarze, pudrige, bröckelige Rendzina, die mit der geringen Mächtigkeit von gerade 100 mm unmittelbar auf der Mittleren Kreide, dem härtesten der drei Kreidetypen des südenglischen Hügellands, aufliegt. Der Platz ist tatsächlich sehr unwirtlich; der Sporn ist nach Norden orientiert und daher vollständig von Nordwesten bis Osten dem rauen Winterklima ausgeliefert, während der vorgelagerte Block des Butser Hill zusätzlich den Süden und Südwesten des Spornes von den günstigen Sommerbedingungen abschirmt. Die Krume ist dünn und der Boden mit einem durchschnittlichen pH-Wert von 5 relativ arm. Die gewachsene Mittlere Kreide gibt nur geringste Feuchtigkeitsmengen an den Oberboden ab.

Diese Voraussetzungen erklären, warum der Sporn in der Vergangenheit nie als Ackerland genutzt wurde; der Vorteil für landwirtschaftliche Experimente liegt jedoch darin, daß der Platz bisher von modernen Agro-Chemikalien verschont blieb. Das Versuchsgelände ist ohne Zweifel in diesem Sinne die "ungünstigste Wahl", weil dort die Spanne zwischen Erfolg und Mißerfolg denkbar klein ist; jede noch so kleine Veränderung wird sich wahrscheinlich in einer günstigeren Lage auch wesentlich günstiger auswirken.

So kommt bei den Untersuchungen, die an diesem Platz durchgeführt werden, Erfolg und Mißerfolg eine größere Bedeutung zu; ein Mißerfolg ist wahrscheinlich ein totaler Mißerfolg, während ein Erfolg nicht notwendigerweise die tatsächlichen Möglichkeiten reflektiert. Dennoch wurde der Platz während der Eisenzeit genutzt und bietet daher - auch wenn es keine Hinweise für prähistorischen Ackerbau gibt - ein gutes Areal für die Experimente. Inzwischen liefern Parallelversuche in weniger rauen Gegenden wertvolle Vergleichsdaten für das Kernprogramm der Forschungen von Butser Ancient Farm. Hier soll vor allem über zwei Bereiche des Kernprogramms zum Getreideanbau auf dem "Little Butser" berichtet werden, und die Ergebnisse sind daher als das Produkt einer "ungünstigsten Wahl" anzusehen.

Um eine Reihe von Konstanten für die Versuche festzulegen, wurde der archäologische Befund zur Landwirtschaft ausführlich untersucht. Die Pflug- oder Ardtypen aus Feuchtbodensiedlungen in Großbritannien (Piggot 1953) und Dänemark zeigen, daß es drei spezifische Gerätetypen gibt, den "sod buster" für das erste Aufbrechen des Bodens (auch nach der Brache), den "tilth maker" als normalen Ackerpflug und vor allem einen "seed drill ard", ein Ard zum Ziehen der Saatfurchen (Glob 1951; Reynolds 1981).

Das letztgenannte Gerät ist vielleicht das wichtigste von allen, da es mehr als alle anderen über die landwirtschaftliche Praxis aussagt. Zu allen Zeiten und überall waren die Ackerunkräuter der größte Feind des Bauern, wie sowohl die Auswertung verkohlter Pflanzenreste aus archäologischen Befunden als auch die späteren Berichte der römischen Autoren - besonders Vergil berichtet vom nie endenden Kampf mit dem Unkraut - vor Augen führen. Daraus kann die Folgerung gezogen werden, daß das Getreide in Saatrillen ausgesät wurde, damit zwischen den Reihen Platz für das Hacken und damit zur Bekämpfung

fung das unvermeidlichen Unkrauts war. Aus diesem Grunde wurde zunächst einmal die Konstante festgesetzt, das Getreide während der Anbauversuche in 100 mm auseinanderliegenden Reihen auszusäen.

Das Unkrautprogramm enthält eine ähnliche Konstante, da die Acker zu drei spezifischen Zeitpunkten im April, Mai und Juni gründlich gehackt werden. Das Hacken konzentriert sich auf den Raum zwischen den Saatrillen; nur die größeren Konkurrenzpflanzen wie Ampfer (*Rumex* sp.) und Acker-Gänsedistel (*Sonchus arvensis*) wurden per Hand sorgfältig aus den Saatrillen entfernt. Im Juli wird in der Regel für jeden Bearbeitungsgang das Verhältnis von Getreidepflanzen zu Ackerunkräutern bestimmt.

Weder aus den antiken Berichten der Griechen und Römer noch aus dem archäologischen Befund lassen sich Hinweise auf die Aussaatmenge gewinnen. Daher wurde - wiederum vorläufig - die Entscheidung getroffen, die Aussaatmenge auf 63 kg pro Hektar festzulegen. Diese Menge kam dadurch zustande, daß man die moderne Aussaatmenge, die 1972 in Großbritannien im Durchschnitt 125 kg pro Hektar betrug, halbierte. (Inzwischen wurde die moderne Aussaatmenge wesentlich erhöht.)

Diese beiden Konstanten, Aussaatmenge und Aussaatmodus in Saatrillen, wurden während aller Versuche auf Butser Ancient Farm, über die hier berichtet werden soll, beibehalten; wertere Variablen der Bearbeitung wurden besonders beachtet. Eine ganze Reihe von Befunden läßt vermuten, daß das Düngen der Felder bereits in der Bronzezeit, aber mit Sicherheit in der Eisenzeit üblich war. Die antiken Autoren stellen regelmäßig die Bedeutung und den Wert des Düngens heraus. Auf Düngung im prähistorischen Nordeuropa kann eine winterliche Aufstallung des Viehs und der dabei anfallende Stallmist hinweisen. Diese Vorstellung wird dadurch belegt, daß in prähistorischen Feldsystemen oft verrundete Scherben geborgen werden, die - wie man annimmt - mit dem Stallmist von der Siedlung auf die Felder transportiert wurden und danach durch die Bewegung im Ackerboden verrundet wurden.

Die Versuche, über die hier berichtet wird, beziehen jedoch die Düngungsvariable nicht mit ein. Bei Parallelversuchen zur Untersuchung des Düngungseffektes wurde als vorläufig gewählte Konstante 50 Tonnen Stallmist pro Hektar aufgebracht. Diese Zahl wurde nach der durchschnittlichen potentiellen Mistausbeute von sechs Kühen ähnlicher Größe wie das "Celtic shorthorn" berechnet, wobei für ein Tier ca. 25 kg pro Tag angenommen wurden. Es gibt in der Urgeschichte zahlreiche Hinweise auf Rinder als Zugtiere für die Pflugarbeit und zur Aufrechterhaltung einer Arbeitseinheit (ein Ochsenpaar) wurden als Minimum sechs Tiere angesehen.

Auf diese Weise wurden die Konstanten für die Versuchsreihen bezüglich Aussaatmenge, Saatrillen und Feldmanagement festgelegt. Das Saatgut für die Versuche wurde aus der Türkei vom Plant Breeding Institute (Cambridge) bezogen. Der Emmer ist eine Mischung aus zwei Landsorten, die unserem Klima angepaßt sind. Das Dinkel Saatgut setzt sich aus drei Sorten zusammen: aus begrenztem schwarzem und grauem Dinkel und unbegrenztem grauem Dinkel; die drei Sorten zeigten im Einzelversuch praktisch keine anderen Ergebnisse als die in den Experimenten normalerweise verwendete Mischung.

Diese Tatsache ist wichtig, da der aus eisenzeitlichen Grabungen vorliegende Befund keine Bestimmung der damals in Großbritannien verwendeten Landsorten von Emmer und Dinkel erlaubt; deshalb beruhen die Versuche zwangsläufiger Weise auf Wahrscheinlichkeitsfaktoren. Die Probleme genetischer Varianten und Sorten und die extremen Bestimmungsschwierigkeiten wurden von Miller (1987) diskutiert.

Das Ziel der hier vorgestellten Versuche war, unter den beschriebenen konstanten Bedingungen zwei grundlegende Fragen zu beantworten: Die erste Frage zielte auf die praktischen Auswirkungen eines Fruchtwechsels von Ackerbohnen (*Vicia faba* var. *minor*) gefolgt von der Frühjahrssaat von Emmer (*Triticum dicoccum*). Die zweite Frage vergleicht die qualitativen Eigenschaften von Emmer (*Triticum dicoccum*) und Dinkel (*Triticum spelta*) bei Herbstsaat.

Die große Anzahl von Ackerbohnen unter den verkohlten eisenzeitlichen Pflanzenresten legt nahe, daß die Bohne eine wichtige Hauptanbaufrucht war. Es ist wahrscheinlich, daß beim damaligen Entwicklungsstand des Ackerbaus bereits der Nutzen eines Fruchtwechsels zwischen einer stickstoffbindenden und einer stickstoffverbrauchenden Anbaufrucht bekannt war. Man kann die Hypothese aufstellen, daß auch andere Wickenarten, insbesondere die Vogelwicke (*Vicia cracca*) und die Schmalblättrige Wicke (*Vicia angustifolia*), nicht nur wegen ihres Nährwertes als wildwachsende Erntefrucht geschätzt wurden (Renfrew 1973), sondern daß man auch den symbiotischen Effekt beim Getreideanbau erkannte. Dieser Hypothese - die Wahrscheinlichkeit eines Fruchtwechsels - wurde in den Versuchen nachgegangen. Da die Ackerbohne (Celtic bean) empfindlich auf raue Witterung reagiert - aus diesem Grund wird sie in Großbritannien nicht nördlich der Midlands angebaut -, wurden sowohl die Hülsenfruchte als auch das Getreide jeweils im Frühjahr ausgesät.

Das bei den Feldversuchen auf dem Little Butser bestellte Areal ermöglicht den Vergleich von drei mikroklimatisch unterschiedlichen Zonen. Durch den natürlichen von Osten nach Westen gebogenen Verlauf des Spinnus ist eine Zone nach Osten, die zentrale Zone nach Süden und eine dritte Zone nach Westen exponiert. Obwohl das Feld als eine einzige Bearbeitungseinheit behandelt wird, werden die Daten von diesen drei Zonen getrennt aufgezeichnet und bilden damit drei unterschiedliche Ergebnisreihen. Diese Zonen werden in den Tabellen und Abbildungen als Feld I bzw. II "Öst", "Mitte" und "West" bezeichnet.

Das Wetter auf dem Sporn wird von einer meteorologischen Station im zentralen Bereich des Feldareals aufgezeichnet. Täglich um 9 Uhr morgens werden die Wetterdaten abgelesen. Der Wunsch, die drei Mikroklimazonen getrennt aufzuzeichnen, mußte wegen der Gerätekosten und des Zeitaufwands aufgegeben werden. Die Versuchsergebnisse selbst sind jedoch unterschiedlich genug, um die mikroklimatische Verschiedenheit darzustellen. Vereinfacht gesagt liegt die günstigste Zone nach Osten, die ungünstigste nach Westen.

In den Versuchen wurde das Feld so aufgeteilt, daß nach dem ersten Jahr (1973), als das Feld eingerichtet wurde, jedes Jahr der Anbau von Emmer auf Bohnen folgte. Die in den Tabellen und Abbildungen dargestellten Daten beziehen sich nur auf den Weizenanbau. Der Ertragsfaktor wurde bestimmt, indem man von fünf zufällig gewählten Meter-Quadraten in jeder Zone jeweils die entspelzten Körner wog, den Mittelwert bildete und auf Tonnen pro Hektar (t/ha) bzw. hundredweights (50,8 kg) pro acre (0,41 ha) umrechnete; der Ertrag wurde dann als Verhältnis zur Aussaatmenge angegeben. Die Ergebnisse von 1973 bis 1987 sind aus Tabelle I und als Histogramme aus den Abbildungen 1-3 abzulesen.

Der Durchschnittsertrag für die gesamte 15-Jahres-Periode betrug pro Hektar 2,48 t in der östlichen Zone, 2,03 t in der zentralen Zone und 1,73 t in der westlichen Zone. Mit wenigen Ausnahmen sind diese Zahlen im Verlauf der Zeit bemerkenswert gleichbleibend. Die auffälligste Abweichung weist die Ernte von 1976 auf, als eine Misserperiode in Südengland sämtliche - von alttümlichen und modernen Sorten erzielte - Getreideerträge dramatisch re-

duzierte. 1983 wurde im östlichen Sektor ein außergewöhnlich guter Ertrag von 4,4 t/ha erzielt; Ende April/Anfang Mai dieses Jahres beeinträchtigte zunächst Frost den Getreideaufwuchs; dennoch wuchs anschließend durch intensive Bestockung eine gute Ernte heran mit zwar viel kleineren Ähren als üblich (ca. 24 Körner pro Ähre verglichen mit den üblichen 36), aber mit 11 bis 14 Halmen pro Einzelpflanze verglichen mit den sonst üblichen 3 bis 7.

In der Regel bringt die westliche Zone den geringsten Ertrag; eine Ausnahme stellt das Jahr 1987 dar, als das normale Ertragsmuster umgekehrt wurde. Die Ursache hierfür kann nicht näher erklärt werden als mit dem Auftreten von ungewohnten Wind- und Temperaturbedingungen von Osten her unmittelbar nach dem Keimen, gefolgt von extremen Frostschäden, die sogar die Herbstsaat auf dem angrenzenden Feld zerstörten (siehe Tab. 1). Die natürliche Geländeform des Feldes schützte in diesem Fall den westlichen Sektor des Ackers.

Bei diesem speziellen Langzeitversuch konnten zwei Beobachtungen gemacht werden: Die erste ist die Einheitlichkeit der Ergebnisse; Abweichungen können unmittelbar durch launisches Wetter erklärt werden. Obwohl es fast unmöglich ist, den für die Pflanzen verfügbaren Stickstoff zu messen und quantitativ zu erfassen, scheint der Fruchtwechsel diese stabilen Erträge ermöglicht zu haben. Die zweite Beobachtung ist, daß insgesamt hohe Erträge erzielt wurden, trotz des schlechten Bodens und der ungünstigen Lage. Die Durchschnittserträge - errechnet aus den Daten aller drei Klimazonen zusammen - sind immer noch ausreichend und liegen über den erwarteten Resultaten (Tab. 2). Der durchschnittliche Ertrag für alle Zonen während der 15 aufeinanderfolgenden Ernteperioden beträgt ansehnliche 2,08 t/ha.

Die zweite Versuchsreihe sollte den Aufwuchs und die Erträge von Emmer (*Triticum dicoccum*) und Dinkel (*Triticum spelta*) bei Herbstsaat und ohne jegliche Düngung miteinander vergleichen. Eine Begründung für die Herbstsaat - abgesehen davon, daß sie Vergleichsdaten für die Fruchtwechselversuche und Versuche zur Frühljahrsaats liefert -, liegt eigentlich auf der Hand: wildwachsendes Getreide keimt nach der Reife und nach einer kurzen Ruheperiode im späten September und frühen Oktober; unter normalen Bedingungen reift die Frucht bis zum nächsten Sommer heran. Eine Frühljahrsaats würde deshalb eine bewußte menschliche Veränderung der natürlichen Verhältnisse bedeuten. Man nimmt jedoch im allgemeinen an, daß in urchenzeitlicher Zeit die Frühljahrsaats, insbesondere beim Emmeranbau, die Regel war.

Tatsächlich gibt es bei den Getreiden viele Landsorten mit unterschiedlichen Eigenschaften, und einige Sorten laufen als Sommergetreide zweifellos besser auf. Die Morphologie der urchenzeitlichen Körner erlaubt jedoch keine Unterscheidung von Sorten, erst recht nicht, wenn die fraglichen Körner verkohlt sind. Die völlig unbegründete Annahme, daß Dinkel im Gegensatz zu Emmer in Großbritannien als Wintergetreide eingeführt wurde, hält sich dennoch hartnäckig (Applebaum 1954). Die Einführung von Dinkel sah man sogar als Beginn einer neuen Epoche für den Ackerbau! Obwohl bislang nur zwei Emmer- und drei Dinkelsorten in den Versuchsreihen verwendet wurden, kann deren zufällige Auswahl insofern den Ergebnissen Gewicht beimessen, als bei allen Versuchen - ob Frühljahrs- oder Herbstsaats - das gleiche Saatgut verwendet wurde. Unter der Annahme, daß Dinkel als Wintergetreide überlegen ist, sollte man ein deutliches Ergebnis erwarten.

Ein dritter Aspekt, der sich erst während der Versuche herausbildete, betrifft das Verhaltensmuster eines bestimmten Ackerunkrauts, des Klebkrauts (*Galium aparine*). Aus eisenzeitlichen Befunden ist das Vorkommen von Klebkraut unter den verkohlten Pflanzenresten relativ gut belegt.

Tabelle 1

Feld I
Fruchtwechsel - Weizen (*Triticum dicoccum*)
mit Bohnen (*Vicia faba minor*)

Jahr	Ost			Mitte			West		
	T/H	C/A	Ratio	T/H	C/A	Ratio	T/H	C/A	Ratio
1987	1,90	35,7	1,90	2,22	37,8	1,75	2,40	21,2	1,140
1988	2,72	37,6	1,32	1,49	18,0	1,30	2,01	14,9	1,34
1987	2,12	37,0	1,56	1,92	35,4	1,81	1,94	25,5	1,130
1988	1,11	18,4	1,67	2,47	30,0	1,40	1,91	15,0	1,426
1989	6,40	35,1	1,470	2,83	22,8	1,65	2,10	14,8	1,135
1992	1,87	34,0	1,80	1,90	32,2	1,30	1,82	14,5	1,128
1990	1,01	14,1	1,32	1,83	14,8	1,30	1,27	10,1	1,100
1990	1,90	25,1	1,490	1,46	19,8	1,39	2,42	18,3	1,108
1978	1,46	18,8	1,39	1,31	10,5	1,21	0,89	8,5	1,113
1978	2,48	31,4	1,62	1,79	14,7	1,18	1,35	10,5	1,121
1979	1,38	30,6	1,61	1,39	10,8	1,40	1,33	10,9	1,121
1976	0,78	6,2	1,12	0,82	6,5	1,12	0,75	5,4	1,112
1975	2,49	18,9	1,140	2,00	18,0	1,30	1,27	10,1	1,120
1974	1,70	29,8	1,150	1,30	21,8	1,48	1,40	18,1	1,138
1973	2,40	21,1	1,48	2,40	19,2	1,10	1,00	10,0	1,152

T/H = Tonnen pro Hektar
C/A = Hundredweights per acre
Ratio = Verhältnis Aussaat : Ertrag

Tabelle 2

Durchschnittlicher Jahresertrag
in allen mikroklimatischen Zonen

Jahr	Tonnen pro Hektar
1987	2,31
1988	2,04
1987	2,30
1988	2,04
1989	2,11
1992	1,84
1991	1,71
1990	2,39
1978	1,32
1978	1,32
1979	1,31
1977	1,17
1976	1,18
1975	1,32
1974	1,31
1973	2,43

Durchschnittlicher Ertrag
in 15 Anbaujahren
= 2,08 Tonnen pro Hektar

Diese Pflanze hat zwei Keimzeiten, eine kürzere im Oktober und eine längere im darauffolgenden März bis April. Eine Bodenbearbeitung während der kritischen Keimperiode unterbricht das Keimen in der Regel vollständig. Daher stellt das Klebkraut für ein Wintergetreidefeld eine größere Plage dar, während es in einem Sommergetreidefeld normalerweise nicht auftritt. Praktische Beobachtungen auf zwei Feldern auf dem Little Butser, die durch einen 2 m breiten Grasstreifen voneinander getrennt waren, zeigen, daß das Wintergetreidefeld regelmäßig von Klebkraut befallen war, während das Sommergetreidefeld davon frei war. Die Hypothese, daß Invertebrate von verkohlten Pflanzenresten, die neben Getreidekörnern auch Samen des Klebkrauts enthalten, aus einer Ernte von Wintergetreide stammen, erscheint nicht unvernünftig. Es muß jedoch eines bedacht werden: Sollte die Frühjahrsaussaat bis zur dritten Märzwoche beendet sein, kann die normale Frühjahrskemmung des Klebkrauts ungehindert stattfinden, und es gibt kaum Unterschiede im Grad des Befalls verglichen mit Wintergetreide. Dies wurde während der letzten drei Jahre in einem kleinen Kontrollprogramm getestet (Reynolds in Vorb.).

Für die Wintergetreide-Versuche wird das Feld II genannte Areal, welches dieselben Mikroklimate aufweist wie Feld I, auf genau die gleiche Weise bearbeitet. Gemäß des Anbauprogrammes wird das Feld im September und zu Beginn des Oktober bearbeitet, und die Aussaat findet in der zweiten Oktoberwoche statt. Das Feld wurde über alle Zonen hinweg in zwei Hälften unterteilt; eine Hälfte wird mit Emmer, die andere mit Dinkel bestellt.

Die grundlegenden Ergebnisse der Getreideversuche sind in den Tabellen 4 und 5 für Dinkel und Emmer angegeben. Diese Resultate sind auch in den Histogrammen (Abb. 4-9) dargestellt, und zwar in hundredweights (50,8 kg) pro acre (0,41 ha), um durch die kleineren Gewichts- und Flächeneinheiten die

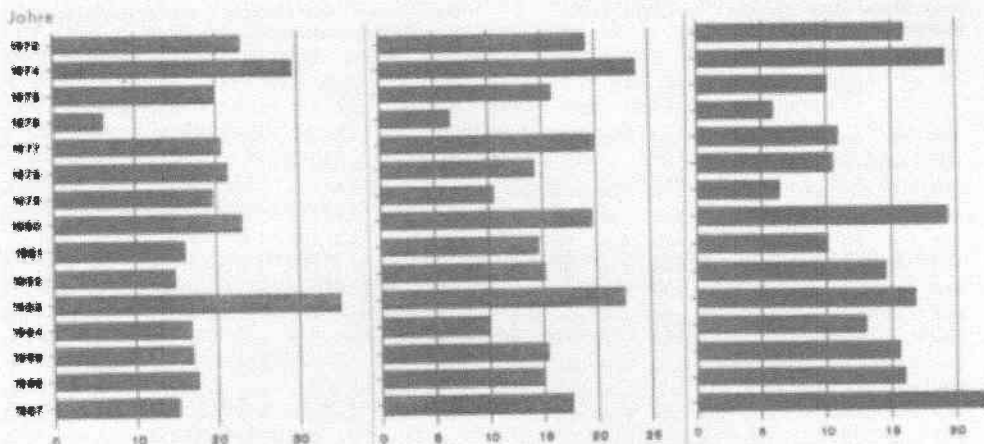


Abb. 1
Feld I: Ost

Abb. 1
Feld I: Mitte

Abb. 1
Feld I: West

ENNER: Fruchtwechsel mit Bohnen - Frühjahrsaussaat (in hundredweights per acre)

Unterschiede zu verdeutlichen ($t = 19,64$ hundredweights). Die Ergebnisse zeigen insofern weitgehende Ähnlichkeiten mit den Fruchtwechseldaten von Feld I, als größere Abweichungen direkt auf die Mitterung zurückgeführt werden können. Dies gilt vor allem für das Durrejahr 1976, in dem das Getreide sehr litt. Andere wetterbedingte Abweichungen beziehen sich vor allem auf den Spätherbst und den Winter. Den stärksten Effekt brachte zu Beginn des Jahres 1987 eine starke, ununterbrochene Frostperiode von etwa 14 Tagen, die - weil keine schützende Schneedecke vorhanden war - erstmals die Wintergetreideaussaat völlig zerstörte (Reynolds u. Wyman 1988). Dieser Fehlschlag geht in die Berechnung des Gesamtertragsfaktors mit ein.

Die Saison 1979 war durch niedrige Temperaturen, aber vor allem durch geringe Niederschlagsmengen direkt nach der Aussaat charakterisiert, was eine verminderte Keimung und eine schlechte Ernte zur Folge hatte. Auch 1982 können die niedrigen Erträge geringen Niederschlagsmengen und langen Perioden trockenem kaltem Wetter im Vorfrühling zugeschrieben werden. Abgesehen von diesen Abweichungen fallen die Resultate ziemlich einheitlich und wenn man die ungünstige Lage bedenkt - bemerkenswert hoch aus.

Zwischen diesen und den Untersuchungen in Broad Balk auf der Rothamstead Experimental Station von Harpenden, Hertfordshire, besteht Übereinstimmung (Report 1969; 1982). Dort werden auf ein und demselben Areal seit mehr als 100 Jahren Anbauversuche durchgeführt, wobei durchweg annehmbare Erträge erzielt werden mit gelegentlichen größeren Einbußen, die auf extreme Wetterbedingungen zurückgehen. Für Little Butser hatte man zunächst einen stetigen Rückgang der Erträge erwartet, hauptsächlich wegen des schlechten Bodens. Dies geschah offensichtlich nicht, vielmehr waren die Ertragsunterschiede anscheinend direkt proportional zu den Niederschlagsmengen und der Bodentemperatur.

Tabelle 3

Feld II
Daueranbau ohne Düngung; Wintergetreide
Dinkel (*Triticum spelta*)

Year	Ost			Mitte			West		
	T/H	C/A	Ratio	T/H	C/A	Ratio	T/H	C/A	Ratio
1957	Destroyed by Frost	-	-	-	-	-	-	-	-
1958	2,78	22,2	1,00	2,50	19,9	1,00	2,54	20,2	1,00
1955	2,75	21,8	1,00	1,65	19,5	1,00	2,49	19,9	1,00
1956	1,17	9,3	1,00	0,81	9,8	1,00	0,88	5,9	1,00
1953	1,98	15,0	1,00	0,94	7,5	1,00	1,14	8,1	1,00
1952	1,12	9,0	1,00	1,36	20,8	1,00	0,90	7,2	1,00
1951	1,95	15,0	1,00	1,40	14,0	1,00	1,62	12,9	1,00
1950	1,45	12,0	1,00	0,80	8,36	1,00	1,07	8,54	1,00
1979	0,70	4,2	1,00	0,10	4,7	1,00	0,72	5,8	1,00
1978	1,14	11,2	1,00	1,72	15,7	1,00	1,31	10,85	1,00
1977	2,70	28,5	1,00	1,87	14,9	1,00	1,70	15,7	1,00
1976	0,90	7,2	1,00	0,93	7,4	1,00	0,81	5,2	1,00
1975	1,70	14,7	1,00	1,36	10,9	1,00	1,41	11,9	1,00
1974	2,30	19,3	1,00	2,10	18,8	1,00	2,30	19,3	1,00
1973	2,60	19,0	1,00	1,40	15,2	1,00	1,70	13,6	1,00

Tabelle 4

Feld II
Daueranbau ohne Düngung; Wintergetreide
Emmer (*Triticum dicoccum*)

Year	Ost			Mitte			West		
	T/H	C/A	Ratio	T/H	C/A	Ratio	T/H	C/A	Ratio
1957	Destroyed by Frost	-	-	-	-	-	-	-	-
1958	2,59	20,3	1,00	2,37	18,0	1,00	2,14	17,0	1,00
1955	2,40	18,4	1,00	2,35	18,6	1,00	2,00	15,9	1,00
1956	1,25	9,78	1,00	1,25	9,8	1,00	0,58	4,5	1,00
1953	2,32	16,5	1,00	2,30	18,5	1,00	2,84	22,7	1,00
1952	0,90	7,2	1,00	1,02	8,1	1,00	0,71	5,7	1,00
1951	2,13	16,9	1,00	1,87	14,9	1,00	2,43	19,0	1,00
1950	1,85	14,0	1,00	1,10	8,8	1,00	0,84	5,3	1,00
1979	0,42	3,4	1,00	0,25	1,9	1,00	0,40	3,1	1,00
1978	1,75	13,0	1,00	1,97	15,72	1,00	1,75	13,96	1,00
1977	2,18	17,20	1,00	1,29	10,3	1,00	1,01	8,10	1,00
1976	0,70	5,8	1,00	1,01	8,1	1,00	0,61	4,9	1,00
1975	1,80	14,1	1,00	2,30	19,3	1,00	2,15	17,0	1,00
1974	2,70	20,8	1,00	2,90	23,4	1,00	2,80	20,5	1,00
1973	2,80	21,8	1,00	3,15	24,3	1,00	1,96	15,6	1,00

T/H = Tonnen pro Hektar
C/A = Hundredweights per acre
Ratio = Verhältnis Aussaat : Ertrag

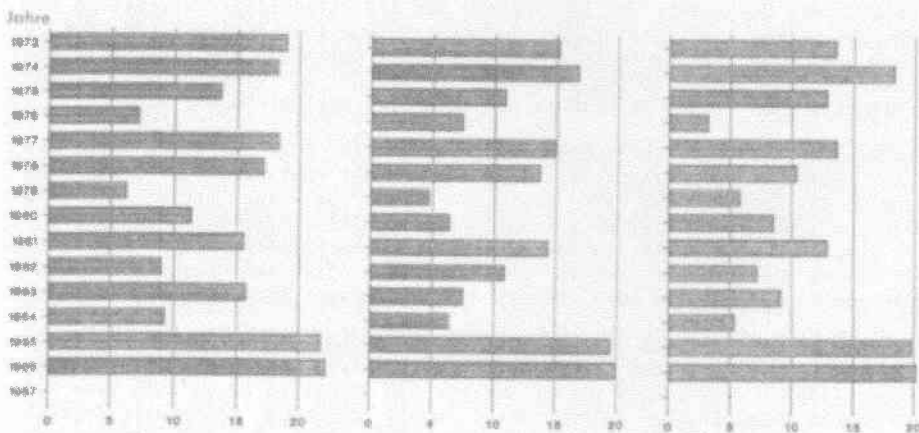


Abb. 4
Feld II: Ost

Abb. 5
Feld II: Mitte

Abb. 6
Feld II: West

DINKEL: Daueranbau ohne Düngung - Herbstsaat (in hundredweights per acre)

Die kontinuierliche Fruchtbarkeit des Bodens resultiert aus dem hohen Anteil an organischem Material. Zu Beginn, als die Humusdecke für das Feldareal bearbeitet wurde, betrug der Anteil organischen Materials ca. 24 %. Zur Zeit - nach 15 Jahren - liegt der Wert bei 18 %. Wenn im Frühling genügend Regen fällt, werden beim biologischen Abbau des Pflanzenmaterials Stickstoff und Spurenelemente freigesetzt, die die Pflanzen aufnehmen können. Wenig Regen führt zu geringerem Abbau und weniger verfügbarem Stickstoff. Der organische Anteil des Bodens wird zusätzlich durch die einfache Ackerbearbeitung - zwischen den Saatreihen wird das Unkraut gehackt, das jedoch auf dem Acker liegenbleibt - erhöht; dadurch wird auch die Feuchtigkeit im Boden zurückgehalten.

Die Ernteergebnisse werden in t/ha und in hundredweights/acre und die Erträge durch das Verhältnis von Aussaat- zu Erntemenge angegeben (Tab. 3 u. 4). Dieses Verhältnis fällt bedeutend größer aus als erwartet, entspricht jedoch den Tatsachen. Die Gewichtsangaben beziehen sich auf das Gewicht der entspelzten Getreidekörner.

Ertragsangaben finden sich bei den antiken Autoren sehr selten und variieren für Italien zwischen dem von Varro geschätzten 10- bis 15fachen des Saatguts, Columellas 4fachen und Ciceros 8- bis 10fachen Ertrag. Für Babylon werden ganz andere Zahlen genannt, unter guter Bewirtschaftung das 100-fache und bei schlechter das 50fache des Saatguts (Theophrastus).

Der Grund für die unterschiedlichen Erträge scheint am Boden, am Klima und an der Art der Feldbearbeitung zu liegen. Mit großer Wahrscheinlichkeit spielt jedoch die Technologie die bedeutendste Rolle bei diesen gewaltigen Ertragsunterschieden; dadurch wird auch die oben gemachte Hypothese in Bezug auf den "seed drill ard" betont. Auf einem Siegel des 2. Jahrtausends v. Chr. aus Babylon ist ein Ard dargestellt, der eine Vorrichtung für die Reihenaussaat besitzt. Diese besteht aus einer am Sturz oder Griff des Ards

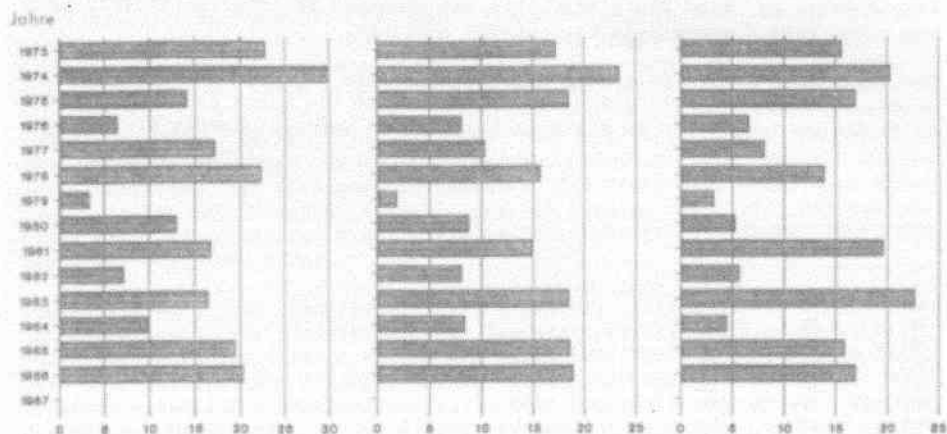


Abb. 7
Feld II: Ost

Abb. 8
Feld II: Mitte

Abb. 9
Feld II: West

EMMER; Daueranbau ohne Düngung - Herbstsaat (in hundredweights per acre)

Tabelle 5

Durchschnittsertrag für alle mikroklimatischen Zonen in 15 Anbaujahren
(in Tonnen pro Hektar)

	Ost	Mitte	West	Mittelwert
EMMER	1,90	1,60	1,46	1,65
DINKEL	1,70	1,41	1,35	1,49

angebrachten Röhre mit einer angesetzten Schale, durch die das Saatgut direkt in die Furchen gestreut werden konnte (Singer u.a. 1965). Solche Vorrichtungen haben in Ländern wie dem Iran bis in rezente Zeiten überlebt, und wenn man bedenkt, daß die Perser unter Kyros dem Großen 583 v. Chr. diese Region eroberten, ist man versucht, diese Geräte als direkte Abkömmlinge der babylonischen anzusehen. Da der Beweis für technisches Beharrungsvermögen oft genug erbracht ist, scheint dies tatsächlich möglich zu sein. Bei kritischer Betrachtung liegt innerhalb dieser Klimazone das Saatgut ideal zum Keimen, wenn es in die vom Ard gemachte 150-200 mm tiefe Furche eingebracht wird.

In Europa wäre das jedoch zu tief. Der "seed drill ard" von Hvorslev zieht im Gegensatz dazu eine flache Furche von 50-60 mm Tiefe (Reynolds 1981), die für die niederschlagsreicheren Gebiete Nordwesteuropas ideal ist. Die Aussaat-Praxis am nördlichen Rand des Mittelmeeres ist eher die Breitwurfaussaat. Diese Methode ließ in Bezug auf gutes Wirtschaften viele Wünsche offen, obwohl sie in fast ganz Westeuropa bis zur Wiedereinführung der Reihenaussaat im 18./19. Jh. praktiziert wurde. Die folkloristische Überlieferung ist voll von der geringen Wirksamkeit der Breitwurfaussaat, vom Gleichnis vom Sämann in der Bibel bis zu Versen wie: "One (seed) for God and one for the crow. One to die and one to grow" (Anon), wobei im letzten Fall sogar mit 75 % Verlust gerechnet wird. Berechnet man daraus einen Ertragsfaktor, so sind die einfachsten Berechnungen bereits fehlerhaft, wenn man nicht ganz fundamentale Korrekturen anbringt.

Die Ergebnisse in den folgenden Tabellen sollten eigentlich nicht überraschen, wenn man bedenkt, daß die Getreidepflanze von Natur aus in jeder Ahre 36 Körner trägt. Die in historischen Zeiten aufgezeichneten Erträge aus

	Emmer	Dinkel
1907	-	-
1906	2,35	2,61
1905	2,26	2,56
1904	0,95	0,89
1903	2,81	1,35
1902	0,88	1,13
1901	2,14	1,79
1900	1,13	1,10
1979	0,36	0,67
1978	2,17	1,73
1977	1,49	1,96
1976	0,84	0,71
1975	2,09	1,56
1974	3,03	2,23
1973	2,30	2,00

Tabelle 6

Durchschnittsertrag für alle mikroklimatischen Zonen
in 15 Anbaujahren (in Tonnen pro Hektar)

Großbritannien, die das 7- bis 10fache des eingesetzten Saatguts angeben, erfordern daher eine Erklärung und erscheinen zweifelhaft, wenn sie sich tatsächlich auf die Ernte selbst beziehen.

Um zum Ausgangspunkt dieser Versuchsreihen zurückzukommen: Es sollte untersucht werden, ob der Dinkel dem Emmer als Wintergetreide signifikant überlegen ist. Man kann erkennen (Tab. 3 u. 4), daß Emmer - innerhalb der einzelnen Mikroklimazonen auf dasselbe Jahr bezogen - in der Regel besser abschneidet als Dinkel. Vor allem das Ergebnis in der ungünstigsten westlichen Zone sollte - für den Fall, daß Dinkel das bessere Wintergetreide ist - dies wirklich deutlich machen. Tatsächlich liegen die Ergebnisse in dieser Zone näher beieinander und niedriger als in allen anderen, aber immer noch schneidet Emmer im allgemeinen besser ab als Dinkel.

Als Grunddaten wurden für jede Zone und jedes Getreide die Durchschnittserträge errechnet (Tab. 5). Angesichts der umfangreichen Stichproben zeigen die Resultate überzeugend, daß Emmer eindeutig das bessere Wintergetreide ist. Auch wenn man die verschiedenen Mikroklimazonen außer acht läßt und das gesamte Feld als Einheit betrachtet, zeigen die dann berechneten Gesamtdurchschnittswerte die Überlegenheit von Emmer als Wintergetreide (Tab. 6). Es wurde herausgestellt, daß die Abweichung in den Ergebnissen sogar noch gemindert wärz, hätte man mehr als zwei Landsorten von Emmer - vorzugsweise eine Mischung von Arten mit unterschiedlichen Eigenschaften - in den Versuchen verwendet (T.E. Miller - mündl. Mitteilung). Auf jeden Fall demonstrieren diese Untersuchungen, daß Dinkel keinerlei Eigenschaften besitzt, die ihn besonders zur Herbstsaat prädestinieren. Damit kann auch die Hypothese, Dinkel sei absichtlich als Wintergetreide eingeführt worden, jetzt ernsthaft in Zweifel gezogen, wenn nicht sogar widerlegt werden.

Abschließend kann gesagt werden, daß es das übergeordnete Ziel dieser und anderer Anbauversuche auf der Butser Ancient Farm ist, die Landwirtschaft der jüngeren Eisenzeit, wie sie auf diesem Bodentyp und in dieser bioklimatischen Zone möglich war, zu erforschen. Die oben diskutierten Daten sind das direkte Ergebnis empirischer Versuchsreihen, die während einer Periode von 15 Jahren durchgeführt wurden; das bedeutet, daß die errechneten Durchschnittswerte nur innerhalb der Versuchsgrenzen gültig sind. Durch die Genauigkeit, mit der sie erzielt wurden, und den langen Untersuchungszeitraum sind sie als Wahrscheinlichkeitsaussagen von Bedeutung. Weil sie tatsächliche Ergebnisse und keine Schätzungen darstellen, können sie als zuverlässigere Grundlagen für eine Arbeitshypothese zur eisenzeitalichen Landwirtschaft verwendet werden; man darf sie aber auf keinen Fall für mehr als eine Wahrscheinlichkeit werten und sie in prähistorische "Fakten" umwandeln. Letztlich ist auch noch zu beachten, daß diese Ergebnisse nach einem "Szenario der ungünstigsten Auswahl" erzielt wurden. Wenn sie auf bessere Böden oder in günstigere bioklimatische Zonen übertragen würden, lägen die Resultate bedeutend höher.

Inzwischen wurde das langfristige Ziel erreicht, gültige Daten für Computersimulationen zur Bestimmung der landwirtschaftlichen Produktivität zu gewinnen. In diesem Bericht werden die durch zwei Verfahren erzielten Daten mit den notwendigen Einschränkungen vorgelegt; sie können für drei verschiedene orientierte Landschaftsteile - oder Kombinationen davon - verwendet werden, um Aussagen zu den direkt verfügbaren Landressourcen für spezielle Siedlungsplätze zu machen. Die Datenbasis wird sich beträchtlich vergrößern, wenn in Zukunft die übrigen Elemente der Anbauprogramme der "Ancient Farm" publiziert werden, die verschiedene Bodentypen, unterschiedliche bioklimatische Zonen und verschiedene Verfahren beinhalten (Reynolds in Vorb.).

Klassische Quellen

Cato u. Varro: De Agri Cultura.
Columella: De Re Rustica.
Plinius: Naturalis Historia V.
Theophrastus: Pflanzengeschichte.
Vergilius: Georgica, Eclogae und Aeneis.

Literatur

- S. Applebaum, 1954, The agriculture of the British Iron Age as exemplified at Figheldean Down, Wiltshire. Proc. Prehist. Society 20, 1954, 103-114.
- O.G.S. Crawford u. A. Keiller, 1928, Wessex Iron the Air. Oxford 1928.
- P.V. Glob, 1951, Ard og Plov. Arhus Universitetsforlaget, Jysk Arkæologisk Selskab Skrifter 1, Århus 1951.
- T.E. Miller, 1987, Systematics and Evolution in Wheat Breeding - Its Scientific Basis. In: F.G.H. Lupton (Hrsg.), London 1987.
- C.M. Piggott, 1957, Milton Loch Crannog 1: a native house of the second century A.D. in Kirkcudbrightshire. Proc. Prehist. Antiq. Scotland 87, 1957, 134-151.
- J.M. Benfrew, 1973, Palaeoethnobotany. London 1973.
- Report 1969, Rothamsted Experimental Station Report for 1968, Part 2. Harpenden 1969.
- Report 1982, Rothamsted Experimental Station Report for 1982, Part 2. Harpenden 1982, 3-44.
- F.J. Reynolds, 1979, Iron Age Farm: The Butser Experiment. British Museum Publications, London 1979.
- ders., 1981, Deadstock and Livestock. In: R. Mercer (Hrsg.), Farming Practice in British Prehistory. Edinburgh 1981, 97-122.
- F.J. Reynolds u. A.R.M. Wyman, 1988, Meteorological Data 1987, Butser Ancient Farm, Horn-dean 1988.
- C. Singer, E.J. Hulsyard u. A.R. Hall, 1965, A History of Technology, Vol. 1. Oxford 1965.
- A.G. Tansley, 1939, The British Islands and Their Vegetation, Vol. 1 & II. Cambridge 1939.

Dr. Peter Reynolds
Butser Ancient Farm Project Trust
Nexus House, Gravel Hill, London Road
Horndean, Hampshire
Großbritannien