

Kulturanleitung für Eisenkraut



Abb. 1: Bei Eisenkraut wird das blühende Kraut geerntet

Heil- und Gewürzpflanzen gehören zu den **Anbau- und Marktnischen** innerhalb der Landwirtschaft. Für einzelne Betriebe können sie realistische Anbaualternativen darstellen, wenn bestimmte **Voraussetzungen** gegeben sind. Dazu gehören neben der **Absatzsicherung noch vor Beginn** des Anbaues unter anderem Aufbereitungs- und Trocknungsanlagen, überdurchschnittliches Können und Bereitschaft zu hohem Arbeitseinsatz sowie nach Möglichkeit gemeinschaftlicher Anbau und Absatz. Gerade was die **Vermarktung** angeht, ist der Anbauer ganz auf sich allein gestellt. Üblicherweise kaufen die Firmen auch nur nach Mustervorlage ein. Die Schwierigkeiten bei Anbau, Ernte und Aufbereitung werden außerdem noch durch **stark schwankende** Preise in Abhängigkeit vom Weltmarktangebot verstärkt.

Eisenkraut ist Bestandteil eines der umsatzstärksten Phytopharmaka. Kleinere Mengen werden auch noch im homöopathischen Bereich verarbeitet. Grundsätzlich ist aber von einem begrenzten Bedarf auszugehen. Ein freier Verkauf der Droge (= getrocknete Pflanzenteile) ist normalerweise nicht möglich. Die Vermarktung dieser Art sollte deshalb über einen direkten Kontakt zwischen Landwirt und verarbeitendem

Unternehmen erfolgen, wobei die Absatzfrage unbedingt vor dem Anbau geklärt werden muss! Gegenwärtig wird in Bayern Eisenkraut auf kleineren Flächen im Vertragsanbau kultiviert. Der Anbauschwerpunkt liegt in Osteuropa. Zusätzlich stammt Eisenkrautdroge auch in begrenztem Umfang aus weltweitem Anbau und aus Wildsammlung.

Die Kultivierung erfolgt bisher noch basierend auf den Erfahrungswerten einzelner Produzenten und ohne speziellere Kenntnisse über eine gezielte Kulturführung und die Auswirkung der Kulturmaßnahmen auf die Drogenqualität mit dem Resultat stark schwankender Chargenqualitäten. Diese Qualitätsschwankungen der Rohware wirken sich bei Eisenkraut direkt auf die Qualität und die therapeutische Wirksamkeit der daraus hergestellten Phytopharmaka aus.

Aus diesem Grund wurden an der LfL in einem umfangreichen dreijährigen Forschungsprojekt die wichtigsten Grundlagen zum Keim-, Anbau-, Ernte- und Nachernteverhalten des Eisenkrauts erarbeitet, um die Droge in einer stets gleichbleibend hohen Qualität durch kontrollierten Anbau erzeugen zu können. Auf diese Weise wurde die Basis für eine reproduzierbare thera-

peutische Wirksamkeit der daraus hergestellten Phytopharmaka geschaffen. Die nachfolgenden Anbau- und Erntempfehlungen sollen dem Praktiker möglichst viele Hinweise für einen erfolgreichen Feldanbau qualitativ hochwertiger Rohware im Rahmen eines umweltverträglichen Anbaues liefern. Die Empfehlungen, die auf jeden Fall noch an die speziellen Betriebsverhältnisse angepasst werden müssen, basieren auf mehrjährigen Versuchen der LfL in Zusammenarbeit mit der Abteilung Versuchsstationen mit Sitz in Grub unter südbayerischen Verhältnissen. Ergänzt werden sie mit Angaben aus der internationalen Fachliteratur.

Botanik, Wirkstoffe und Verwendung

Eisenkraut (*Verbena officinalis* L.) ist eine mehrjährige krautige Pflanze aus der Familie der *Verbenaceae* (Eisenkrautgewächse), die am Wildstandort zwischen fünf und zehn Jahre alt werden kann. Je nach Herkunft und Alter werden Pflanzenhöhen von 30 bis über 100 cm erreicht. Ursprünglich aus dem Mittelmeerraum stammend, ist diese Pflanzenart mittlerweile weltweit in den gemäßigten und subtropischen Gebieten der Erde verbreitet und kommt auch in Deutschland wild vor. **Verwechslungen** treten häufig mit dem stark nach Zitrone riechenden Verbenen-Strauch *Aloysia triphylla* auf.

Das echte Eisenkraut besitzt einen harten vierkantigen Stängel, der im oberen Bereich sparrig verästelt ist. Am Ende der Stängelverästelungen bilden sich ab dem Überschreiten einer durchschnittlichen Tagestemperatur von 16°C in nackten Ähren angeordnete, kleine rötliche bis blasslila, selten weiße Blüten aus. Die Frucht ist eine Spaltfrucht, die in vier längliche, zirka 1,5–2 mm lange Teilfrüchte (Klausen/Samen) zerfällt. Die Teilfrüchte sind auf der Innenseite weißlich und warzig, auf der Außenseite hellbraun bis braun und netzförmig gerieft. Sie enthalten sehr wenig Nährgewebe. Der Wurzelstock ist weißlich, stark verästelt und spindelförmig. Die Durchwurzelungstiefe beträgt auf tiefgründigen Böden 90 cm und mehr.

Pharmazeutisch verwendet wird üblicherweise das gesamte blühende Kraut in getrockneter Form als sogenannte Eisenkrautdroge (*Verbenae herba*). Die Droge zeigt eine sekretolytische (schleimlösende) Wirkung, aufgrund derer die Verwendung in Kombinationspräparaten zur Behandlung von Katarrhen der oberen Luftwege sinn-

voll ist. Aktuellsten Forschungsergebnissen zufolge weist die Droge auch antivirale Eigenschaften auf. Die wichtigsten Inhaltsstoffe lassen sich den Iridoiden, den Kaffeesäurederivaten und den Flavonoiden zuordnen. Als Hauptbestandteil der jeweiligen Gruppe kommt in diesem Zusammenhang dem Verbenalin (Iridoide), dem Verbascosid (Kaffeesäurederivate) und dem Luteolindigluconid (Flavonoide) eine große Bedeutung zu. Zusätzlich finden sich in der Krautdroge noch Gerbstoffe und Spuren ätherischen Öls.

Das **Verbenalin** stellt eine wichtige **Leitsubstanz** für die pharmazeutische Qualität der Droge dar, wobei die sekretolytische Wirksamkeit zum Teil mit diesem Inhaltsstoff in Verbindung gebracht wird. Außerdem wird dem Verbenalin ein gewisses entzündungshemmendes Potenzial zugeschrieben. Da die Anforderungen an den Verbenalingehalt von den internen Zulassungsunterlagen des jeweiligen pharmazeutischen Unternehmens abhängen, werden in dieser Kulturanleitung die grundsätzlichen Einflussfaktoren auf den Gehalt dieser wichtigen Leitsubstanz dargestellt, ohne damit eine Wertung zu verbinden.

Boden- und Klimaansprüche

Eisenkraut stellt keine speziellen Ansprüche an die Bodenart. Tiefgründige und nährstoffreiche Böden werden bevorzugt. Grundsätzlich sollte die Anbaufläche frei von Schadstoffen und nicht mit Klärschlamm gedüngt sein. Da sich Eisenkraut – vor allem auf tiefgründigen Standorten – relativ robust gegenüber Trockenheit verhält, ist eine Beregnung nur direkt nach einer Pflanzung vorzusehen. Nach den Schnitten ist keine Beregnung erforderlich. Sie kann sich sogar negativ auf die Pflanzengesundheit (Pilzbefall) auswirken. Nur bei lang anhaltender Trockenheit und schlechter Wasserversorgung der Böden kann eine zusätzliche Bewässerung zur Ertragssicherung unter Umständen sinnvoll werden. Wichtig für die Wahl des Standorts ist, dass die durchschnittlichen Tagestemperaturen möglichst früh im Jahr 16°C überschreiten, da Eisenkraut erst oberhalb dieser Schwellentemperatur zur Blüte kommt und ausschließlich blühendes Kraut pharmazeutisch verarbeitet wird. Das vegetative Wachstum beginnt dagegen bereits bei deutlich kühleren Tagestemperaturen etwa Anfang März (≈5°C). Je später die Schwellentemperatur von 16°C erreicht wird, desto höher fallen Krautertrag und Be-

standesdichte zum ersten Schnitt aus. Dies kann ein verstärktes Auftreten von Krankheiten (Pilzbefall) begünstigen. Wärmere und windoffene Standorte sind deshalb aus phytosanitärer Sicht günstiger zu bewerten.

Die Jungpflanzen vertragen nach guter Abhärtung leichte bis mittlere Fröste. Ältere Pflanzen weisen eine gute Frosthärte auf. Das Kraut stirbt im Herbst ab und die Pflanze überdauert bis zum erneuten Austrieb im März des Folgejahres in einer bodenständigen Blattrosette. Blatttemperaturen von -5 bis -7°C werden gut toleriert. Sinkt die Temperatur der Blattrosette im Winter bei jungen Pflanzen unter -10 und bei älteren Pflanzen unter -17°C, so kommt es zu einem Totalausfall der Bestände.

Die Anforderungen im Hinblick auf unerwünschte Stoffe im Erntegut von Heil- und Gewürzpflanzen werden immer strenger. Daher ist eine Bodenuntersuchung, auf jeden Fall für Blei, Cadmium und Quecksilber noch vor Anbaubeginn dringend zu empfehlen. Heil- und Gewürzpflanzen sollten generell nur an Standorten angebaut werden, die unbelastet von Industrieabgasen oder Siedlungsabfällen (auch Altlasten!) sind.

Fruchtfolge

Eisenkrautbestände können über einen Zeitraum von mindestens drei bis vier Jahren beerntet werden. Um einer Anreicherung von Krankheitserregern und Schädlingen sowie einer einseitigen Bodenbelastung durch schwere Erntemaschinen vorzubeugen, sollte danach unbedingt eine vier- bis fünfjährige Anbaupause für alle Eisenkrautgewächse (z.B. *Vitex agnus castus*) eingehalten werden. Da bei den in Deutschland kultivierten Heil- und Gewürzpflanzen das Eisenkraut den einzigen Vertreter dieser Pflanzenfamilie darstellt, bietet diese Art eine gute Möglichkeit, die häufig sehr engen landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Fruchtfolgen aufzulockern. Besondere Ansprüche an die Vorfrucht sind beim Eisenkraut nicht bekannt. Lediglich Kulturen, nach denen mit Herbizidrückständen im Boden gerechnet werden muss, sind ungeeignet. Getreide sollte als Nachfrucht angebaut werden, da durch die dort einsetzbaren Herbizide auch die Bekämpfung des Durchwuchses, der in der Folgekultur durch den kontinuierlichen Samenausfall des Eisenkrauts auftritt, einfacher ist. Durch den mehrjährigen Anbau verhindert Eisenkraut Erosion und Nährstoffauswaschung.

Bodenvorbereitung und Düngung

Entsprechend dem gewählten Anbauverfahren muss das Feld locker für die Pflanzung beziehungsweise feinkrümelig, aber gut abgesetzt, für die Aussaat hergerichtet werden. Gerade als Maßnahme zur Unkrautbekämpfung ist Pflügen ein wichtiges Instrument. Im Frühjahr, gegebenenfalls auch im Herbst, kann dann auf **abgetrocknetem** Boden der Einsatz von Grubber, Kreiselegge, Saatbettkombination oder Egge erfolgen. Kurz vor einer eventuellen Saat sollte mit Packerwalzen für eine Bodenrückverfestigung gesorgt werden. Zur vorbeugenden Unkrautbekämpfung ist ein mehrmaliger Eggen- oder Striegel Einsatz bis zur Aussaat oder Pflanzung empfehlenswert.

Im Sinne eines umweltverträglichen Anbaues muss sich die Nährstoffzufuhr nach der Abfuhr durch die Pflanzen (Entzüge siehe Tabelle 1) und nach der Bodenuntersuchung richten. Da die individuelle Ertragshöhe den tatsächlichen Entzug bestimmt, können die in der Tabelle angegebenen Durchschnittswerte pro Hektar aber nur als Anhaltspunkt dienen. Auf optimal versorgten Böden sollte die Düngung bei Phosphat, Kalium und Magnesium durch organische oder anorganische Düngemittel in Höhe der Abfuhr erfolgen. Dabei ist die Nährstoffnachlieferung aus Ernterückständen zu beachten. Frischer Stallmist oder Gülle sollten nicht eingesetzt werden, da sie eventuell zu überhöhten Keimzahlen im Erntegut führen können. Mineralische Dünger mit Phosphat, Kalium und Magnesium sind zur Vermeidung hoher Salzgehalte im Boden während der Jugendphase bereits längere Zeit vor dem Anbau zu verabreichen. Neben dem zur Abfuhr hinzu zu rechnenden Puffer von etwa 30 bis 50 kg Reinstickstoff (N) pro Hektar ist der N_{\min} -Gehalt des Bodens in 0 bis 60 cm Tiefe vor Anbau- oder Vegetationsbeginn in Abzug zu bringen. Weiterhin muss die gesamte Stickstoffmenge in **mehrere** Gaben aufgeteilt werden: Die erste Gabe erfolgt etwa drei Wochen nach dem Auflaufen, der Pflanzung oder dem Austrieb (Anfang bis Ende März). Weiter werden ein bis zwei Gaben bis zum Schließen des Bestandes verabreicht (je nach Anbauverfahren und Standjahr zwischen sechs bis acht Wochen nach Pflanzung, Aussaat, oder Austrieb im Frühjahr). Für einen guten und schnellen Austrieb nach den Schnitten ist die gesamte zu verabreichende Menge außerdem so aufzuteilen, dass nach jedem Schnitt mit Ausnahme des letzten 50 kg N/ha gegeben werden können.

Anbau

Sortenreines Saatgut ist nicht verfügbar. Der Versuchsanbau erfolgte mit vier Herkünften, von denen alle einen aufrechten Wuchs zeigten.

Die Herkunftswahl wirkt sich beim Eisenkraut zwar auf den Verbenalingehalt in der Krautdroge aus, **entscheidend** ist aber vor allem der **Erntetermin**.

Saatgut ist im Handel nur von der Herkunft ‚Bornträger‘ erhältlich (Bezugsadresse: Bornträger GmbH, Postfach 53, 67591 Offstein, Tel. 06243/905326, Fax 06243/905328). Sie eignet sich bei einem gleichzeitig hohen Ertragsniveau sehr gut, um die richtigen Voraussetzungen für hohe Verbenalingehalte in der Krautdroge zu schaffen. Im Hinblick auf Krankheitsanfälligkeit oder Frostresistenz fanden sich keine Unterschiede zwischen den Herkünften. Eisenkraut kann entweder direkt auf das Feld gesät (Saatgutvorbehandlung mit Gibberellinsäure erforderlich!) oder nach einer Jungpflanzenanzucht ausgepflanzt werden. Das durchschnittliche Tausendkorngewicht des Saatguts liegt bei 0,3 g.

Direktsaat

Eine Direktsaat von Eisenkraut ist grundsätzlich möglich, führt aber im ersten Standjahr zu Ertragseinbußen von bis zu 50 % gegenüber gepflanzten Beständen. Ab dem zweiten Standjahr können dann mit der Pflanzung vergleichbare Erträge erzielt werden.

Eisenkrautsaatgut muss vor einer Direktsaat ins Freiland unbedingt einer Gibberellinsäurebehandlung (GA3-Behandlung) unterzogen werden, um einen ausreichenden, gleichmäßigen und zügigen Feldaufgang zu erreichen. Zu die-

sem Zweck wird das Saatgut nur 22 Stunden bei einer Temperatur von 18–22°C in einer **belüfteten** Gibberellinsäurelösung (GA3-Konzentration: 2500 mg/l) vorgequollen, so dass noch keine Keimwurzeln sichtbar sind. Zur Herstellung der Lösung wird die erforderliche GA3-Menge (Reinheit des Präparats beachten!) in entmineralisiertem Wasser gelöst, da durch die Verwendung von Leitungswasser die Wirksamkeit der GA3 beeinträchtigt werden kann. Pro kg Saatgut werden mindestens 2,5 Liter Lösung benötigt. Die Belüftung kann mittels Aquarienpumpen erfolgen.

Nach dem Einquellen werden die Samen bei Temperaturen **nicht** über 30°C bis zur Streufähigkeit rückgetrocknet, wobei die Behandlungslösung vorher **nicht** mit Wasser abgewaschen werden darf. Die Rücktrocknung erfolgt zum Beispiel durch Zentrifugieren in Leinensäckchen (Wäscheschleuder), im Trockenschrank, durch Ausstreuen auf saugfähiges Papier oder durch Warmluftbehandlung (z.B. Föhn). Der keimfördernde Effekt der Gibberellinsäurebehandlung bleibt auch bei einer bis zu 8-wöchigen Lagerdauer des getrockneten Saatguts komplett erhalten. Für eine längere Lagerung muss das Saatgut allerdings vollständig zurückgetrocknet werden, um Keimfähigkeitsverluste durch Saatgutalterung oder auch Pilzbefall zu vermeiden. Die Drillsaat des vorbehandelten Saatguts wird im Frühjahr ab durchschnittlichen Bodentemperaturen von etwa 10°C (Anfang Mai) mit einer Saattiefe von 1 cm und einem Reihenabstand von 30 cm vorgenommen. Die Aussaatstärke beträgt 1,2 kg/ha und kann bei Bedarf, abhängig von der verwendeten Sätechnik, problemlos erhöht werden, da Eisenkraut auf hohe Saat-



Abb. 2: Häufig muss das feine Saatgut von Eisenkraut für eine erfolgreiche Keimung vorbehandelt werden

stärken nicht negativ reagiert. Bei niedriger Keimfähigkeit (< 70 %) muss die Aussaatmenge grundsätzlich entsprechend erhöht werden. Eine Horst- oder Dibbelsaat ist ebenfalls möglich. Pro Tuff sollten hier mindestens 25, besser 35–50 Samen (Saatgutbedarf bei 50 Samen: 2 kg/ha) in einem Abstand von 30 x 25 cm gesät werden. Bei beiden Verfahren müssen Druckrollen unmittelbar nach den Säscharen für den notwendigen Bodenschluss sorgen. Es wird später nicht vereinzelt. Nach einer Frühjahrsaat sind im ersten Standjahr maximal zwei Schnitte möglich.

Aufgrund der schlechten Triebkraft eignen sich für die Aussaat nur leichte Böden. Eine Aussaat **auf** den Boden ohne jegliche Abdeckung kann wegen der Austrocknungsgefahr der angekeimten Samen Probleme bereiten. Verfügt ein Anbauer aber über die notwendigen Kenntnisse, Fertigkeiten und Geräte für diese Aussaatvariante, die z.B. im Majorananbau praktiziert wird, ist auch eine Aussaat auf schweren Böden denkbar.

Eine Sommersaat sollte nicht durchgeführt werden, da die jungen Pflanzen bis zum Winter noch keine ausreichend hohe Frosthärte entwickeln und somit die Gefahr bestandsgefährdender Auswinterungsschäden besteht.

Das pflanzenbaulich **sicherste** Verfahren stellt die Pflanzung vorgezogener Jungpflanzen dar.

Anzucht aus Samen

Für eine Frühjahrspflanzung erfolgt die Anzucht im Gewächshaus von Mitte/Ende Februar bis Ende März/Anfang April, mit einer anschließenden mindestens 8-tägigen kalten und luftigen aber frostfreien Abhärtungsphase. Diese Abhärtung ist für einen schnellen Wachstumsstart und für das schadhafte Überdauern von Spätfrösten auf dem Feld von größter Bedeutung. Um die gewünschten Pflanzentuffs von zwei bis vier Pflanzen pro Pflanzstelle zu bekommen, ist pro Anzuchtcontainer die Aussaat von vier bis acht Samen ohne späteres Vereinzeln notwendig. Die Aussaat sollte aufgrund der schlechten Triebkraft obendrauf, d.h. ohne Substratabdeckung erfolgen. Für 1000 Tuffs werden etwa 2,4 g Saatgut benötigt. Gut bewährt für die Anzucht haben sich die Vefi-Zapfencontainer mit einem oberen Durchmesser von 3,2 cm. Die 40 x 60 Zentimeter großen Platten enthalten 160 Container. Nach der Aussaat ist es zur Gewährleistung einer guten Wasserversorgung der Samen günstig, die Anzuchtplatten dünn, maximal in Samenstärke, mit Vermikulit, einem leichten Tonmineral mit

großer Wasserkapazität, zu übersieben. Eisenkraut benötigt für eine erfolgreiche Keimung hohe Keimtemperaturen und Licht. Ein gleichmäßiger und zügiger Aufgang kann auf zwei Arten erreicht werden:

1. Die Verwendung von **unbehandeltem** Saatgut erfordert zwingend eine tägliche Keimtemperatur von 30°C über einen Zeitraum von etwa 8 Stunden im Wechsel mit einer Keimtemperatur von 20°C für etwa 16 Stunden. Zusätzlich muss das Saatgut während der höheren Temperatur belichtet werden (Tageslicht, Natriumdampf-Hochdrucklampe).
2. Eine erfolgreiche Anzucht kann aber auch bei konstanten Temperaturen durchgeführt werden. Hierzu muss das Saatgut allerdings einer **Saatgutvorbehandlung** mit Gibberellinsäure (GA3) unterzogen werden (Verfahren: siehe Direktsaat). Die erforderliche GA3-Konzentration liegt hier bei 2000 mg/l. Auf diese Weise vorbehandeltes Saatgut erreicht seine höchste Keimfähigkeit und -schnelligkeit bei einer konstanten Temperatur von 20°C. Eine Anzucht bei konstant 15°C ist ebenfalls möglich, führt aber zu einem Rückgang der Keimfähigkeit und -schnelligkeit um zirka 10 %. Die mögliche Heizkostensparnis muss im Einzelfall mit dem erhöhten Saatgutbedarf und dem pflanzenbaulichen Nachteil einer langsameren Samenkeimung (Infektionsdruck) verglichen werden. Eine Belichtung ist bei dieser Anzuchtvariante nicht erforderlich, wirkt sich allerdings auch nicht negativ auf das Keimverhalten aus.

Für einen gleichmäßigen und zügigen Aufgang wird der Einsatz einer Bodenheizung und das Abdecken mit durchsichtiger Folie oder Glasfenstern (für eine hohe relative Luftfeuchtigkeit nahe 100 %) bis zum Auflaufen empfohlen. Bei starker Sonneneinstrahlung muss schattiert werden. Der Erstauflauf erfolgt etwa sechs Tage nach der Aussaat, mit dem Gesamtauflauf kann nach ungefähr zwölf Tagen gerechnet werden. Um einem Vergeilen (=Etiolierung) der Jungpflanzen vorzubeugen, muss die Abdeckung ab dem Auflaufen der ersten Keimlinge entfernt und die Bodenheizung abgestellt werden. Die Lufttemperatur muss für die Dauer der ersten zwei bis drei Wochen der vorgegebenen Keimtemperatur entsprechen und kann danach kontinuierlich auf eine konstante Temperatur von 15°C abgesenkt werden. Diese Absenkung entfällt bei konstant 15°C. Eine Zusatzbelichtung mit Natriumdampf-Hochdrucklampen bis Ende März wirkt sich positiv auf die

Pflanzenentwicklung aus. Als Substrat sind die einschlägigen, nur wenig gedüngten Anzuchtsubstrate zu verwenden. Etwa zwei Wochen nach dem Auflaufen kann mit dem Nachdüngen in einer Konzentration von 0,1 % eines stickstoffbetonten Volldüngers begonnen werden. Kurz vor der Pflanzung sollte eine 0,3 %ige Startdüngung verabreicht werden.

Unbehandeltes Saatgut kann mehrere Jahre luftdicht verschlossen ohne nennenswerten Verlust seiner Keimfähigkeit gelagert werden. Dazu wird es entweder in einer Tiefkühltruhe nach ausreichender vorheriger Trocknung auf fünf bis sieben Prozent Samenfeuchte oder mit Zugabe eines Trocknungsmittels, zum Beispiel Silica Gel Orange (**nicht** mehr Blaugel, da eventuell krebs-erzeugend!), am besten im Kühlschrank bei 5–10°C aufbewahrt. Eine mittelfristige Lagerung bei Zimmertemperatur (max. 2 Jahre) ist nach Zugabe von Silica Gel Orange ebenfalls möglich. Pro Liter Aufbewahrungsbehältnis werden etwa 50 g Orangegel in locker verschlossenen Tüten, luftdurchlässigen Stoffsäcken oder Filtertüten zu dem Saatgut in das verschlossene Gefäß gegeben. Das in Apotheken oder im Laborhandel zu beziehende Orangegel ist bei Durchsichtigwerden auszuwechseln, da es dann seine Wasserbindungsfähigkeit verloren hat. Nach einer mehrstündigen Trocknung, zum Beispiel im Backofen, bei etwa 140° Celsius bis zur Orangefärbung kann es wieder verwendet werden.

Pflanzung

Die Pflanzung erfolgt maschinell von Anfang bis Ende April in einem Reihenabstand von 30 cm und einem Abstand in der Reihe von 25 cm (zirka 135 000 Pflanzen oder Pflanzenbüschel/Hektar). Nach der Frühjahrspflanzung kann mit maximal drei Ernten im selben Jahr gerechnet werden. Von einer Spätsommerpflanzung wird abgeraten, da diese Bestände, ebenso wie die Sommersaaten, eine sehr schlechte Frosthärte aufweisen. Für einen guten Anwacherfolg müssen die Pflanzen **ausreichend durchfeuchtete** Wurzelballen aufweisen. Nach der Pflanzung ist bei trockener Witterung unbedingt zu bewässern.

Im Hinblick auf die spätere maschinelle Ernte ist auch an einen **Beetanbau** mit breiteren Fahrspuren und mehreren Reihen pro Beet in Abhängigkeit von der Schnittbreite der Erntemaschine zu denken. Vorverfestigte Fahrspuren sichern die Befahrbarkeit auch bei schlechteren Wetterbedingungen und verringern die Bodenverdichtung zwischen den Fahrspuren.

Pflegemaßnahmen

Für die Kultur von Eisenkraut sind gegenwärtig keine Herbizide zugelassen oder genehmigt. Die Unkrautbekämpfung kann daher nicht mit chemischen Mitteln durchgeführt werden. Vor allem für die Aussaat, aber auch für Pflanzungen werden deshalb nur Standorte mit geringem Unkrautdruck empfohlen. Sobald die Reihen sichtbar werden – bei einer Saattiefe von 1 cm etwa 2 Wochen nach der Aussaat der Kultur – beziehungsweise nach der Pflanzung muss im ersten Standjahr bis zum Bestandesschluss mehrmals Unkraut in der Reihe gejätet und zwischen den Reihen beispielsweise mit Reihenhacken, Reihenhackbürsten, der Weihenstephaner Trennhacke oder Reihenfräsen entfernt werden. Wegen der hohen Reinheitsanforderungen an das Erntegut dürfen zum Erntezeitpunkt keine Fremdpflanzen mehr im Bestand stehen, so dass gegebenenfalls vor dem Schnitt Beikraut nochmals von Hand entfernt werden muss. Der Bestandesschluss erfolgt nach einer Drillsaat (30 cm) im ersten Aufwuchs etwa acht Wochen nach der Aussaat. Gepflanzte Bestände (30 x 25 cm) schließen zirka sechs bis sieben Wochen nach der Pflanzung. Von diesem Zeitpunkt an zeigt Eisenkraut eine sehr gute Unkrautunterdrückung.

Ab dem ersten Schnitt des ersten Standjahres sind die Pflanzen so gut eingewurzelt, dass die Bestände zur Bekämpfung neu auflaufender Unkräuter gestriegelt werden können.

Ab dem zweiten Standjahr ist ein Striegeln der Bestände im Frühjahr bis kurz nach Austrieb (Anfang bis Ende März) und nach jedem Erntedurchgang ebenfalls empfehlenswert. Der Bestandesschluss erfolgt, unabhängig vom Anbauverfahren, etwa sieben Wochen nach dem Austrieb. Ab dem ersten Schnitt dieses zweiten und aller weiterer Nutzungsjahre bleiben die Bestände auch nach der Ernte geschlossen. Eine Beregnung nach dem Schnitt, auch bei hohen Temperaturen und Trockenheit, ist durch die intensive Durchwurzelung auf tiefgründigen Böden nicht erforderlich. Grundsätzlich sollte bei dieser Kultur aus phytosanitären Gründen (Pilzbefall) auf eine Zusatzberegnung weitestgehend verzichtet werden.

Pflanzenschutz

Wegen der relativ kleinen Anbauflächen gibt es für Heil- und Gewürzpflanzen nur wenige für die einzelnen Arten zugelassene Pflanzenschutzmittel. Genehmigungen im Rahmen der Lückenindikation sind ebenfalls nicht in ausrei-

chendem Maße vorhanden. Seit 01. Juli 2001 dürfen chemische Pflanzenschutzmittel nur dann eingesetzt werden, wenn für sie bei der Zulassung oder im Rahmen eines amtlichen Genehmigungsverfahrens ein Anwendungsgebiet (Kultur-Schaderreger) ausgewiesen ist. Rechtzeitig vor einem eventuell notwendigen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel muss daher grundsätzlich die amtliche Pflanzenschutzberatung befragt werden, welche Pflanzenschutzmittel zum Einsatz kommen können. Vor einem **eventuellen** Mitteleinsatz ist außerdem die Abnehmerseite zu informieren. Zusätzlich sind rechtzeitig vor der Ernte Rückstandsuntersuchungen vorzunehmen. Nur durch **äußerst sorgfältigen** Umgang mit dem chemischen Pflanzenschutz im Heil- und Gewürzpflanzenanbau kann sich die inländische Produktion **positiv** von den Importen abheben und eine rückstandsmäßig unbedenkliche Rohware, wie sie heute allgemein verlangt wird, auf den Markt bringen.

Blattlausbefall, der gelegentlich an den Blütentrieben festgestellt werden kann, wirkt sich weder auf den Ertrag noch auf die Qualität aus. Häufig treten in den Beständen Wanzen auf, deren Saugtätigkeit zu schwarzen Flecken auf Stängeln und Blättern führt, allerdings ohne direkte Auswirkungen auf den Ertrag. Auch die Qualität der Droge wird dadurch nicht beeinflusst, da das gesamte Kraut normalerweise zu Extraktionszwecken verwendet wird.

Problematischer stellt sich dagegen der Befall der Bestände mit einem Schadpilz dar, der der Gattung *Alternaria* zuzuordnen ist. Durch den Pilzbefall kommt es zu typischen Faulstellen, die bevorzugt an den Stängeln, vor allem in der Nähe der Blattachseln, häufig im unteren Bereich der Bestände auftreten (s. Abb. 3). Von einer starken Befallsausbreitung ist bei einem feuchten Kleinklima im Bestand auszugehen. Die Verbreitung der Pilzsporen erfolgt über Regentropfen, Erntegeräte, bei der Bestandespflege oder auch durch Tiere. Die Saugstellen der Wanzen stellen dabei ideale Eintrittspforten für den Schadpilz dar.

Der Pilz schädigt zunächst die äußeren Stängelgewebe. Die Wasserleitungsfunktion des Stängels bleibt deshalb über einen längeren Zeitraum unbeeinflusst. Eisenkraut zeigt aus diesem Grund ein relativ robustes Verhalten. Selbst bei starkem Pilzbefall können über einen gewissen Zeitraum noch Ertragszuwächse festgestellt werden. Jüngere Stängel sterben später in Folge einer fortschreitenden Zerstörung der Wasserleitungsgewebe über der Befallsstelle ab. Ältere Stängel mit bereits verholzten Wasserleitungsgeweben werden vom Pilz zwar stark beeinträchtigt, sterben aber nicht vollständig ab.

Pilzbefall führt ohne Gegenmaßnahmen durch verstärkte Sporenproduktion zu einem steigenden Infektionsdruck in den Folgeaufwüchsen. Auch die mikrobiologische Qualität des Erntegutes wird erheblich beeinträchtigt. Die wichtigste



Abb. 3: Durch den Pilz *Alternaria* befallene Eisenkrautpflanze

und effektivste Gegenmaßnahme ist ein früher Schnitt der Bestände mit einer vollständigen Abfuhr des gesamten Krautes vom Feld.

Bei beginnendem Befall kann bei bevorstehender trockener und warmer Witterung noch mit der Ernte gewartet werden, da die Ausbreitung des Pilzes in Trockenperioden stagniert. Ist aber eine Phase mit feuchter Witterung zu erwarten, sollte sofort geerntet werden, um einer schnellen und starken Befallsentwicklung vorzubeugen. Weitere Maßnahmen sind eine aufgelockerte Fruchtfolge, die Vermeidung des Anbaus junger und alter Bestände nebeneinander und der Anbau in windoffenen Lagen. Eine Ausweitung des Reihenabstandes von 30 auf 50 cm zeigte in den Versuchen keinen positiven Effekt auf den Pilzbefall, führte aber zu deutlichen Ertragseinbußen.

Ernte

Die Ernte des gesamten Krautes erfolgt in der Regel 10 cm über dem Boden. Im ersten Standjahr sind in gesäten Beständen maximal zwei, nach Pflanzungen bis zu drei Schnitte möglich. Ab dem zweiten Standjahr können die Bestände unabhängig vom Anbauverfahren zwei bis drei, bei sehr früher Ernte bis zu vier mal beerntet werden. In der Regel erfolgt die Ernte in den Monaten Juni,

August und September. Je nach Erntetermin und Aufwuchs liegen bei Eisenkraut vier bis acht Wochen zwischen den einzelnen Schnittterminen.

Der Erntetermin wirkt sich **direkt** auf den Verbenalingehalt, und damit direkt auf die pharmazeutische Qualität der Rohware aus. Entscheidend ist hier das physiologische Entwicklungsstadium der Pflanzen zur Ernte. Das Standjahr hat keinen Einfluss auf die Ausprägung des Verbenalingehaltes. Neben der pharmazeutischen Qualität beeinflusst die Wahl des Erntetermins vor allem den erzielbaren Krautdrogenertrag.

Die höchsten Verbenalingehalte lassen sich direkt bei Blühbeginn der Bestände in der Krautdroge feststellen. Der Krautdrogenertrag befindet sich zu diesem Zeitpunkt noch auf einem vergleichsweise niedrigen Niveau. Je später die Ernte nach dem Blühbeginn durchgeführt wird, desto niedriger ist der Verbenalingehalt in der Krautdroge. Der Krautdrogenertrag steigt dagegen mit späteren Ernteterminen bei gleichzeitig sinkenden Eintrocknungsverhältnissen kontinuierlich an. Da bei einer frühen Ernte zum Teil ein Schnitt mehr pro Jahr möglich ist, kann sich der Ertragsnachteil pro Schnitt in der Summe aller Aufwüchse eines Standjahres ausgleichen. Unabhängig vom Standjahr wird bei einem Anbau der Herkunft 'Bornträ-

ger' und einer Ernte des gesamten Krautes zehn Tage nach Blühbeginn durchschnittlich ein Verbenalingehalt von 3,7% erzielt. Bei einer Ernte im Abstand von 30 Tagen nach Blühbeginn ergibt sich ein durchschnittlicher Verbenalingehalt von 2,5%. Als Faustzahl führt jede Ernteverzögerung um zehn Tage zu einem Rückgang des Verbenalingehalts um ungefähr 20%.

In der Regel gehen mit sinkenden Verbenalingehalten steigende Krautdrogenerträge einher. Nur am Ende der Vegetationsperiode (ab Mitte/Ende September) kommt es infolge sinkender Tagestemperaturen und kürzer werdender Tage zu einem starken Absinken des Verbenalingehalts ohne gleichzeitigen Anstieg des Krautdrogenertrags.

Sobald die Pflanzen ein vollständig entwickeltes Wurzelsystem aufweisen, können im ersten Standjahr in gepflanzten Beständen pro Schnitt Krautdrogenerträge zwischen 35 und 55 dt/ha geerntet werden. Ab dem zweiten Standjahr sind dann Erträge pro Schnitt von 35 bis 90 dt/ha realistisch. Die Gesamterträge an frischem Kraut liegen als Faustzahl im ersten Standjahr etwa bei 400 dt/ha und im zweiten Standjahr bei 650 dt/ha. Dies entspricht gesamten Krautdrogenerträgen von 90 (erstes Standjahr) beziehungsweise 150 dt/ha (zweites Standjahr). In den Versuchen konnten die in



Abb. 4: Ernte des blühenden Krautes von *Verbena officinalis* mit dem Grünguternter

Tabelle 2 dargestellten Erträge ermittelt werden.

Das Eintrocknungsverhältnis zwischen frischem Kraut und Krautdroge schwankt im ersten Standjahr zwischen 5,8:1 und 2,7:1, im zweiten Standjahr zwischen 7,2:1 und 2,6:1. In beiden Standjahren ist vom ersten bis zum letzten Schnitt von kontinuierlich sinkenden Eintrocknungsverhältnissen auszugehen. Zusätzlich führt im Zeitraum zwischen 10 und 30 Tagen nach Blühbeginn jede Ernteverzögerung um 10 Tage zu einem Absinken des Eintrocknungsverhältnisses um etwa 15 %.

Um einen möglichst großen ökonomischen Vorteil hinsichtlich der Reduktion der Trocknungskosten und der notwendigen Erntedurchgänge bei gleichzeitiger Ertragsmaximierung erzielen zu können, sollte eine Ernte im Abstand von 30 Tagen nach Blühbeginn durchgeführt werden. Dadurch ergeben sich allerdings niedrigere Verbenalingehalte in der Krautdroge. Werden hohe Verbenalingehalte angestrebt, so ist eine Ernte im Abstand von 10 Tagen nach Blühbeginn anzuraten. Hohe Verbenalingehalte pro Schnitt sind aber stets an hohe Eintrocknungsverhältnisse und niedrige Krautdrogenerträge geknüpft. Damit Rohware von gleichmäßiger pharmazeutischer Qualität produziert werden kann, muss die Ernte stets im gleichen Blühstadium (Entwicklungsstadium) der Bestände erfolgen. Dies führt zu gleichbleibenden Verbenalingehalten, vorausgesetzt der Erntetermin liegt nicht zu nahe am Vegetationsende. Stellt sich bei einer Probeernte heraus, dass der tatsächliche Verbenalingehalt bereits unter dem angestrebten Gehalt liegt, so kann der Verbenalingehalt in der Krautdroge durch einen höheren Schnitt auf Kosten des Ertrags gesteigert werden. Durch die Ernte der oberen zwei Drittel der Bestände lässt sich der Verbenalingehalt gegenüber einer Ernte des gesamten Krautes um bis zu 50 % erhöhen. Dabei sinkt der Drogen-ertrag aber um etwa 60 % ab. Durch die Ernte des obersten Drittels der Bestände steigt der Verbenalingehalt gegenüber den oberen zwei Dritteln nur noch um etwa 10 % an. Der Krautdrogenertrag sinkt dagegen durchschnittlich um weitere 70 % ab.

Ist nach einem höheren Schnitt (> 10 cm) in der verbleibenden Reststoppel selbst nur beginnender Pilzbefall feststellbar, muss diese unbedingt auf 10 cm nachgemäht und das Erntegut vom Feld abtransportiert werden, um eine starke Befallsausbreitung zu vermeiden. Ist die Reststoppel nicht befallen, so ist durch die verbleibenden Blätter von einem beschleunigten Nachtrieb und einer

etwas zügigeren Bestandesentwicklung auszugehen.

Die Tageszeit, zu der die Ernte durchgeführt wird, beeinflusst den Verbenalingehalt nicht. Um die Trocknungskosten zu verringern, sollten die Bestände zur Ernte jedoch nicht mehr taunass sein.

Die Ernte kann mit der Sense, dem Balkenmäher, einem umgebauten Mähdscher (Drescheinrichtung entfernt; zusätzliche Transportbänder, eventuell Bunker für Erntegut), am besten aber mit einem speziellen Grünguternter erfolgen. Eine Ernte mit dem Feldhäcksler ist ebenfalls möglich.

Aufbereitung

Nach der Ernte sollte das Kraut zur Schonung und Konservierung der Inhaltsstoffe möglichst rasch weiterverarbeitet werden. Um einer Ausbreitung von Mikroorganismen im frischen Erntegut vorzubeugen, ist eine unkontrollierte Erwärmung zu vermeiden.

Die Ernte mit einem Feldhäcksler wirkt sich nicht negativ auf den Inhaltsstoffgehalt in der Krautdroge aus. Erfolgt eine Ganzpflanzenernte, so sollte das Erntegut vor der Trocknung mit Hilfe von Häckslern, besser noch mit speziellen Schneidemaschinen, auf etwa fünf Zentimeter lange Stücke zerkleinert werden, um ein besseres Trocknungsverhalten zu erreichen. Die Ganzpflanzentrocknung zeigt keine positiven Auswirkungen auf den Inhaltsstoffgehalt der Droge, führt aber zu höheren Trocknungskosten.

Das zerkleinerte frische Kraut wird anschließend **zügig** bei Temperaturen von 35–40°C **am Erntegut** zur Schonung der Inhaltsstoffe, speziell der Kaffeesäurederivate, getrocknet.

Ein Waschen des Erntegutes ist nur bei starker Verschmutzung notwendig. Erwünscht sind acht bis zehn Prozent Restfeuchte, die erreicht sind, sobald das Erntegut rascheltrocken ist und die getrockneten Stängel glatt durchbrechen. Je nach Trocknungssystem dauert dieser Vorgang acht bis 48 Stunden. Die Trocknung kann in Kasten- oder Etagentrocknern, am besten auf – allerdings sehr teuren – Mehrbandtrocknungsanlagen, durchgeführt werden. Eine Lufttrocknung kleinerer Mengen im Schatten bei guter Belüftung auf Rosten oder Jutedarren in einer etwa fünf Zentimeter starken Schicht ist ebenfalls möglich. Die Trocknungsdauer beträgt hierbei aber mehrere Tage.

Nach der Trocknung ist die Droge geschützt vor Feuchtigkeit (auch Luftfeuchte!), Licht und Lagerschädlingen, zum Beispiel in Papier-, Jute- oder Kunststoffsäcken, aufzubewahren.

Qualitätsanforderungen Droge „*Verbena herba*“ (Deutscher Arzneimittel Codex 2000)

Neben den allgemein gültigen Qualitätskriterien, auf die hier nicht eingegangen wird, etwa zur mikrobiologischen Qualität, zum zulässigen maximalen Schwermetallgehalt oder zu Pflanzenschutzmittel-Höchstmengen, gelten die nachfolgenden spezifischen Qualitätskriterien:

Der Deutsche Arzneimittel Codex (DAC) fordert für pharmazeutisch verwendete Eisenkrautdroge eine Prüfung auf Identität und Reinheit. Die Identitätsprüfung besteht aus einer makro- und mikroskopischen Prüfung der Droge. Zusätzlich ist eine qualitative Untersuchung des Inhaltsstoffspektrums und eine Prüfung auf das Vorhandensein von Verbenalin – beides mittels Dünnschichtchromatographie – vorgeschrieben. Für die Reinheitsprüfung gibt der DAC vor, dass der Anteil an fremden Bestandteilen maximal 2 %, der Trocknungsverlust maximal 10 % und der Aschegehalt der Droge maximal 12 % betragen darf. Wenn alle diese Vorgaben erfüllt sind, darf die Droge bereits pharmazeutisch verwendet werden. Diese Werte sind Minimalanforderungen an die Qualität, die in der Praxis durchaus auch strenger von der pharmazeutischen Industrie gehandhabt werden können. Häufig werden von den Abnehmerfirmen darüber hinaus auch bestimmte Verbenalingehalte (Iridoide) verlangt. Auf diese Weise kann ein firmeninterner Qualitätsstandard geschaffen werden, der über den Anforderungen des DAC liegt.

Literatur

DAC (2000): Deutscher Arzneimittel Codex. Monographie Eisenkraut 1997. Deutscher Apotheker-Verlag, Stuttgart, Govi-Verlag – Pharmazeutischer Verlag GmbH, Eschborn.

Gatterer, M. (2002): Systementwicklung zur Erzeugung qualitativ hochwertiger Droge von *Verbena officinalis* L. (Eisenkraut) als Rohstoff für die pharmazeutische Industrie. Dissertation am Lehrstuhl für Gemüsebau des Wissenschaftszentrums Weihenstephan für Ernährung, Landnutzung und Umwelt der TU-München in Freising. Herbert Utz Verlag, München, ISBN: 3-8316-0148-8.

Hänsel, R., Keller, K., Rimpler, H. und Schneider, G. (1994): Hagers Handbuch der pharmazeutischen Praxis. Band 6. Springer, Berlin, Heidelberg, 5. Auflage, Seite 1106–1116.

Mende, R. und Wichtl, M. (1998): Eisenkraut – *Verbena officinalis* L. Beiträge zur Analytik, zu Inhaltsstoffen und zu biologischen Wirkungen. Deutsche Apotheker Zeitung, **138**, 35–40.

Wichtl, M. (1997): Teedrogen und Phytopharmaka. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH, Stuttgart, 3. Auflage, Seite 611–613.

Tabelle 1: Nährstoffentzüge von Eisenkraut*

Nährstoffentzug...	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S
... je 100 dt frisches Kraut	48 kg	14 kg	60 kg	24 kg	8 kg	7 kg
... bei durchschnittlichem Ertrag von 450 dt/ha frisches Kraut:	216 kg	63 kg	270 kg	108 kg	36 kg	32 kg

* nach Untersuchungen der LfL

Tabelle 2: Erträge bei Eisenkraut**

Anbauverfahren	Erträge in dt/ha			
	Ernte bei Vollblüte (ca. 20–30 Tage nach Blühbeginn)			
	Frisches Kraut		Krautdroge	
	1. Standjahr	2. Standjahr	1. Standjahr	2. Standjahr
Pflanzung				
1. Aufwuchs	100–190	170–660	20–70	40–160
2. Aufwuchs	150–290	110–350	40–70	30–90
3. Aufwuchs	140–230	50–180	40–60	20–50
Gesamtertrag	390–710	330–1190	100–200	90–300
Drillsaat (nach Vorbehandlung!)				
1. Aufwuchs	100–210	180–320	30–40	40–60
2. Aufwuchs	70–230	100–320	20–60	30–70
3. Aufwuchs	0	50–190	0	20–50
Gesamtertrag	170–440	330–830	50–100	90–180

** nach Feldversuchen der LfL

Herausgeber: Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Freising, Vöttinger Straße 38, 85354 Freising

1. Auflage September 2002

Redaktion: Abt. Information, Wissensmanagement, SG AIW 1, Vöttinger Straße 38, 85354 Freising, Tel. (0 81 61) 71 40 92

Text: M. Gatterer, U. Bomme

Fotos: M. Gatterer, W. Seemann