

Lupinen – Anbau und Nutzung

Durch neue widerstandsfähige Sorten der Weißen Lupine findet der Lupinenanbau wieder stärkere Beachtung in Deutschland. Lupinen entzerren getreidelastige Fruchtfolgen und als Sommerung helfen sie, herbstkeimende Problemunkräuter, z. B. Ackerfuchsschwanz, in den Griff zu bekommen. Lupinen brauchen keine Stickstoff-Düngung. Das Erntegut ist wertvoll, sowohl in der Tierfütterung als auch in der Humanernährung. Wissenswertes über Lupinen und Tipps für den Anbau erfahren Sie im folgenden Artikel.

Johanna Thomsen und Prof. Dr. Rolf Rauber, Georg-August-Universität Göttingen

Lupinen sind Schmetterlingsblütler und gehören zu den Leguminosen, die in Symbiose mit Rhizobien (Knöllchenbakterien) leben. In Deutschland können drei Lupinenarten angebaut werden: die Schmalblättrige oder Blaue Lupine, die Weiße und die Gelbe Lupine. Seit den 1990er-Jahren dominierten die Schmalblättrigen Lupinen. Aktuell sind neue und vielversprechende Sorten der Weißen Lupine dazugekommen. Der Anbau der Gelben Lupine ist derzeit in den Hintergrund getreten.

Wuchstypen

Bei der Schmalblättrigen Lupine werden zwei Wuchstypen unterschieden: Etwas vereinfacht gesagt, gibt es den verzweigten (indeterminierten) und den unverzweigten (determinierten) Typ. Der unverzweigte Typ weist nur einen endständigen Blüten- bzw. Fruchtstand auf. Er reagiert empfindlich auf Wassermangel und wird auf den mehr ozeanisch geprägten Standorten und in Küstengebieten angebaut. Der Verzweigungstyp eignet sich besonders für leichtere, trockenere, mehr kontinentale Standorte. Die verzweigten Lupinen besitzen das größere Ertragspotenzial, in feuchten Sommern kann es aber durch die Verzweigungen zu Problemen in der Abreife kommen. Demgegenüber reifen die unverzweigten Lupinen sicher ab.

In der Praxis werden vermehrt Lupinensorten des verzweigten Typs angebaut. Dies mag auch damit zu tun haben, dass aufgrund der höheren Anzahl Pflanzen je m² die Saatgutkosten beim unverzweigten Typ erheblich höher sind als beim verzweigten. Bisher wurden die meisten Lupinen in den Bundesländern Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern angebaut, die durch sandigere Böden gekennzeichnet sind. Diese Standorte bieten somit



Die Keimblätter der Lupinen sind runderlich-oval und die ersten folgenden Blätter zeigen bereits die typische fingerförmige Fiederung des Lupinenblattes. Aufnahme vom 10. Mai 2021.

Foto: Herwart Böhm, Thünen-Institut

bessere Wachstumsbedingungen für den verzweigten Wuchstyp als für den unverzweigten.

Ansprüche

Der Anbau von Lupinen eignet sich nach stickstoffzehrenden Feldfrüchten oder nach einer Zwischenfrucht aus Nichtleguminosen. Lupinen sollten nicht auf stau-nassen oder flachgründigen Böden angebaut werden. Die Lupinenarten unterscheiden sich in ihren Ansprüchen an Boden und Klima.

Die Schmalblättrige Lupine (*Lupinus angustifolius*) wächst am besten auf nährstoffreichen, leichten bis mittleren Böden mit einem pH-Wert von 5,0 bis 6,8. Ihr Anbau eignet sich für alle Klimatalagen Deutschlands sowie für Gebiete mit kurzer Vegetationszeit wie Vorgebirgslagen oder Küstengebiete. Zu warme Regionen

sollten vermieden werden, da die Schmalblättrige Lupine ihre Blüten abwirft, wenn sie hohen Temperaturen über einen längeren Zeitraum ausgesetzt wird. Die Vegetationsdauer beträgt je nach Sorte 120 bis 150 Tage.

Die Weiße Lupine (*Lupinus albus*) bevorzugt nährstoffreiche, mittelschwere Böden mit einem pH-Wert von 5,5 bis 6,8. Die neuen Sorten der Weißen Lupine können auch bei pH-Werten bis 7,3 angebaut werden. Hohe Erträge werden vor allem realisiert durch ein warmes, feuchtes Frühjahr, vergleichsweise niedrige Temperaturen bis zum Beginn des Streckenwachstums und eine gute Wasserversorgung zur Blüte. Die Vegetationsdauer beträgt 140 bis 175 Tage.

Die Gelbe Lupine (*Lupinus luteus*) wächst gut auf leichten, sandigen Böden mit einem pH-Wert von 4,6 bis 6,0. Während der Jugendentwicklung reagiert sie empfindlich auf zu hohe Temperaturen. Hinsicht-



Die Schmalblättrige (= Blaue) Lupine kann kräftig blau, aber auch violett oder weiß blühen. Sie gedeiht bei pH 5,0 bis 6,8.

Foto: Herwart Böhm, Thünen-Institut



Die Weiße Lupine bevorzugt mittelschwere Böden mit pH 5,5 bis 7,3.

Foto: Linda Hahn, DSV

lich der Wasserversorgung weist die Gelbe Lupine die geringsten Ansprüche der Lupinenarten auf. Die Vegetationsdauer beträgt 135 bis 150 Tage.

Wachstum und Entwicklung

Die Lupinen keimen epigäisch, d. h., die Keimblätter werden über die Bodenoberfläche angehoben. Die rundlich-ovalen Keimblätter sind verhältnismäßig groß und derb. Schon das erste Blatt nach den Keimblättern ist – wie alle folgenden Blätter – fingerförmig gefiedert. Die Fiederblättchen der Schmalblättrigen Lupine sind nur 2–5 mm breit, die der Weißen Lupine bis 15 mm. Bei der Gelben Lupine schwankt die Breite der Fiederblättchen um 8 mm.

Die typischen Schmetterlingsblüten sind bei der Schmalblättrigen Lupine kräftig blau oder blassblau bis fast weiß und bei der Weißen Lupine weiß, oft mit einem seitlich leichten bläulich-violetten Schimmer. Allein an der Farbe der Blüten lassen sich also die Schmalblättrige und die Weiße Lupine nicht (mehr) unterscheiden. Deshalb ist auch der Name „Schmalblättrige Lupine“ viel passender als „Blaue Lupine“. Die Gelbe Lupine blüht lebhaft gelb. Meist findet Selbstbefruchtung statt. Es kommt aber auch zu Fremdbefruchtung, an Lupinenblüten sind immer wieder Hummeln und Bienen zu sehen. Die Blühdauer der Lupinen ist mit drei bis fünf Wochen eher lang.

Der Fruchtknoten besteht aus nur einem Fruchtblatt. Er wächst zu einer kräftigen Hülse heran, die im Idealfall zur Reife hin nicht vorzeitig aufplatzt. In einer Hülse befinden sich meist drei bis fünf eiweißreiche Samen. Die Samen sind rundlich-oval (Schmalblättrige Lupine), stark abgeplattet (Weiße Lupine) oder oval abgeflacht (Gelbe Lupine). Die Marmorierung der Samen kann bei der Schmalblättrigen Lupine sortenabhängig – mit Übergängen – kräftig ausfallen oder ganz fehlen. Die Samen der Weißen Lupine sind hell und nicht marmoriert. Die Samen der Gelben Lupine sind marmoriert und an den Seiten oft durch einen charakteristischen weißen

Winkel gekennzeichnet. Bei der Gelben Lupine gibt es Herkünfte mit fast schwarzen Samen, der charakteristische weiße Winkel ist aber auch hier vorhanden. Der Eiweißgehalt der Lupinensamen liegt bei 35–40 % bezogen auf die Trockenmasse.

Die Lupinen bilden eine kräftige, starke Pfahlwurzel, die auch Bodenverdichtungen durchdringen kann. An den Wurzeln sitzen die Knöllchen, in denen die Rhizobien Luftstickstoff (N_2) fixieren. In einer Vegetationsperiode können die Rhizobien bei günstigen Bedingungen zwischen 150 und 190 kg N/ha fixieren. Zudem bildet besonders die Weiße Lupine sogenannte Proteoidwurzeln aus. Dies sind locker beieinanderstehende Seitenwurzeln („cluster roots“), die u. a. Zitronensäure in den Boden abgeben und damit zunächst unlösliche Phosphate pflanzenverfügbar machen. Dieses nun leicht aufnehmbare Phosphat kommt der Lupine selbst zugute, aber ggf. auch einem Gemengepartner, Sommerweizen oder Hafer, und der Nachfrucht. Als Nachfrucht eignet sich in erster Linie Wintergetreide. Die Lupine ist allgemein eine der besten Vorfrüchte, die wir kennen.

Bodenbearbeitung und Saat

Um beim Lupinenanbau von der Winterfeuchtigkeit zu profitieren, sollte die Grundbodenbearbeitung im Herbst des Vorjahres durchgeführt werden. Im Frühjahr sollte eine flache Saattbettbereitung folgen, die keimende Unkräuter zurückdrängt und den Wasserverlust niedrig hält. Eine gleichmäßige Ablagetiefe wird durch ein feinkrümeliges Saattbett erreicht. Die Lupine eignet sich für die nicht wendende Bodenbearbeitung und die Direktsaat, wenn keine Probleme mit mehrjährigen Unkräutern bestehen.

Wird das Saatgut der Lupine das erste Mal auf einer Fläche ausgebracht oder liegt der Anbau viele Jahre zurück, ist eine Impfung des Saatgutes oder des Bodens mit den spezifischen Rhizobien, in diesem Fall mit *Bradyrhizobium lupini*, notwendig. Mehrere geeignete Präparate sind erhältlich.

Die Saatzeit der Lupine erstreckt sich von Mitte März bis Anfang April und die Mindestkeimtemperatur beträgt 3–4 °C (Soja 10 °C). Wegen der epigäischen Keimung sollten die Lupinen nicht tiefer als 2–3 cm gesät werden. Droht starker Vogelfraß, so ist eine Saattiefe von 4 cm empfehlenswert. Die Saattiefe ist abhängig von der Lupinenart. Bei der Schmalblättrigen Lupine beträgt die Aussaatstärke für den unverzweigten Wuchstyp 110 bis 120 Korn/m² und für den verzweigten 80 bis 90 Korn/m². Die Aussaatstärke der Weißen Lupine beträgt 60 bis 70 Korn/m² und die der Gelben Lupine 80 bis 100 Korn/m².

Düngung

Als Leguminosen benötigen Lupinen keine Stickstoffdüngung. In der frühen Jugendentwicklung decken sie ihren Bedarf aus dem Samenkorn und Boden ab. Sobald die Symbiose mit den Rhizobien eintritt, wird die Versorgung durch die bakterielle Stickstofffixierung abgesichert.

Im konventionellen Anbau ist eine Düngung der Grundnährstoffe ab der Versorgungsstufe C und im ökologischen Anbau ab der Stufe B erforderlich. Phosphor sollte nur bei Bedarf in Form einer direkten Düngung erfolgen. Die Kaliumdüngung sollte ebenfalls und besonders auf leichten Böden direkt erfolgen, während die Magnesiumdüngung im Rahmen der Fruchtfolge vorgenommen werden kann. Schwefel ist wichtig für eine gute Eiweißbeschaffenheit. Auch das stickstofffixierende Enzym Nitrogenase in den Knöllchen ist schwefelhaltig. Aus diesen Gründen sollte Schwefel bei Bedarf mit 20 bis 30 kg S/ha gedüngt werden.

Unkrautbekämpfung

Die Lupine hat ein geringes Konkurrenzvermögen und das Unkrautvorkommen sollte deshalb so klein wie möglich gehalten werden. Für die chemische Unkrautbe-



Anthraknose (Brennflecken) ist eine gefährliche Lupinenkrankheit. Die derzeit am Markt verfügbaren Sorten weisen aber eine Anthraknosetoleranz auf.

Foto: Linda Hahn, DSV



Der Luftstickstoff wird in den Knöllchen fixiert, die an der Pfahlwurzel und an den Seitenwurzeln der Lupine sitzen.

Foto: Linda Hahn, DSV

kämpfung gibt es Vorauflauf- sowie Nachauflaufmittel. Der Einsatz von Vorauflaufmitteln muss mit der Bodenbearbeitung, dem Aussaattermin und dem Aufgang der Unkräuter genau abgestimmt werden. Der Einsatz von Nachauflaufmitteln ist nicht empfehlenswert, da diese Maßnahme mit Schäden des Pflanzenbestandes verbunden sein kann. Nachauflaufmittel sollten also nur als Notfallmaßnahme dienen, falls die Vorauflaufmittel eine zu geringe Wirkung zeigen.

Mechanische Unkrautregulierungsmaßnahmen wie Blindstriegeln sind vor der Saat zweckmäßig, um das Unkrautvorkommen von vornherein gering zu halten. Das Striegeln muss ab dem Auflaufen bis zum Erscheinen des ersten Laubblattpaares ausgesetzt werden, da die Pflanzen direkt nach dem Aufgang sehr empfindlich sind. Anschließend können Unkräuter mit verschiedenen Hacktechniken, die vom Reihenabstand der Lupine abhängig sind, bekämpft werden. Die mechanische Unkrautbekämpfung ist bei trockener Witterung und leicht welken Pflanzen am effizientesten.

Krankheiten und Schädlinge

Lupinen können von mehreren Pilzkrankheiten und Schädlingen befallen werden. Einigen dieser Krankheiten ist auch mit Fungiziden nicht gut beizukommen. Anbaupausen, z. B. über sechs Jahre, und die Verwendung von zertifiziertem Saatgut sind notwendige vorbeugende Maßnahmen. Die samenbürtige Brennfleckenkrankheit oder Anthraknose (*Colletotrichum lupini*) dürfte zu der größten Gefahr des Lupinenanbaus überhaupt gehören. Bei der Schmalblättrigen Lupine gibt es bereits seit einigen Jahren anthraknosetolerante Sorten. Die neuen Sorten der Weißen Lupine sind ebenfalls anthraknosetolerant und erweitern damit das Sortenportfolio erheblich. Das Saatgut dieser Sorten ist sehr begehrt, deshalb muss es rechtzeitig geordert werden. Anthraknose ist einer der Gründe,

warum Saatgut der Lupinen niemals nachgebaut werden sollte.

Gegen die Braunfleckigkeit (*Pleiochaeta setosa*) kann Biofumigation eingesetzt werden, z. B. durch vorgeschaltete Zwischenfrüchte wie Weißer Senf und Futter-Rettich. Hinsichtlich der Lupinenwelke (*Fusarium oxysporum*) sind die derzeit verfügbaren Lupinen recht widerstandsfähig. Neue Untersuchungen an der Schmalblättrigen und Weißen Lupine zeigen, dass die Lupinenkeimlinge antimikrobielle Proteine, sogenannte β -Conglutine, in den Boden abgeben und sie damit den Befall durch die Wurzeltöterkrankheit (*Rhizoctonia solani*) zurückdrängen. Die Pflanzen sind den Pilzkrankheiten also nicht ganz wehrlos ausgesetzt.

Bei den Schädlingen sind vor allem zwei Spezies zu erwähnen: Der Blattrandkäfer (*Sitonia* spp.) verursacht an den Blättern die charakteristischen zackenförmigen Fraßschäden. Viel gefährlicher sind aber die Larven des Blattrandkäfers, die die Wurzeln einschließlich der Wurzelknöllchen der Lupinen attackieren und damit die symbiotische Stickstofffixierung beeinträchtigen. Insektizide werden ab einem Befall von fünf bis zehn Käfern pro m² eingesetzt oder wenn mehr als 10 % der Blattfläche abgefressen sind. Gegen Blattläuse können Verfahren des biologischen Pflanzenschutzes eingesetzt werden, z. B. Antagonisten aus der Gruppe der Schlupfwespen.

Ernte, Erträge und Lagerung

Die Ernte der Lupinen erfolgt Ende Juli bis Mitte September, meist im August, d. h. früher als bei Soja. Die Schmalblättrige Lupine reift in der Regel früher ab als die Weiße und Gelbe. Die unverzweigten Wuchstypen reifen früher ab als die verzweigten. Zur Reife hin werden die Hülsen braun und die Pflanzen werfen ihre Blätter ab. Bei der Ernte sollten die Samen in den Hülsen rasseln. Die Kornfeuchte beträgt dann 13–16 %. Die Mähdruschernte

kann mit einem üblichen Getreideschneiderwerk durchgeführt werden. Da es bei der Ernte der Schmalblättrigen Lupine zu hohen Ausfallverlusten kommen kann, wird die Schmalblättrige Lupine schon bei einem Anteil von 90–95 % brauner Hülsen geerntet. Der optimale Druschzeitpunkt liegt in den Morgen- oder Abendstunden, denn die leicht feuchten Hülsen brechen weniger schnell auf als die trockenen. Die Hülsen der Weißen Lupine sind platzfester. Sie sollten gedroschen werden, wenn die Bestände vollständig reif und gut abgetrocknet sind. Taunasse Bestände sollten nicht geerntet werden.

Der Standort, die angebaute Sorte und die Erntebedingungen bestimmen den Kornertrag. Die Schmalblättrige Lupine erreicht Kornerträge von 20–45 dt/ha und die Weiße Lupine von 20–60 dt/ha. Wenn die Kornfeuchte 14 % überschreitet, ist für eine sichere Lagerung des Erntegutes eine schonende Nachtrocknung bei maximal 35 °C notwendig. Aufgrund der verbreiteten Ernte im Hochsommer ist in der Praxis eine Trocknung oft nicht nötig.

Nutzungsmöglichkeiten

Die Lupinen haben hierzulande im 19. Jahrhundert Eingang gefunden als Gründüngung zur Verbesserung der Bodenfruchtbarkeit, besonders auf leichteren Standorten. Heute werden Lupinen vor allem in der Human- und Tierernährung eingesetzt. Eine solche Nutzung verlangt einen geringen Gehalt an den lupinentypischen Alkaloiden (Bitterstoffen) in den Lupinensamen. Bitterstoffarme Lupinen werden auch als „Süßlupinen“ bezeichnet. Für die Humanernährung wird ein Alkaloidgehalt von < 0,02 % im Produkt gefordert. Lupinen sind gluten- und lactosefrei. Die Weiße Lupine weist einen höheren Ölgehalt auf als die anderen Lupinenarten. Im Öl der Schmalblättrigen Lupine überwiegt die Linolsäure, im Öl der Weißen Lupine die Ölsäure. Beides sind qualitativ hochwertige ungesättigte Fettsäuren. Aus

Lupinen können Kekse, Bratlinge, Kaffee, Fleischersatzprodukte, Brotaufstriche, Joghurt-Alternativen, Desserts, Kaltgetränke, Eis und vieles mehr hergestellt werden.

Das Lupineneiweiß lässt sich sehr gut extrahieren, es ist ernährungsphysiologisch wertvoll. Wie bei anderen Körnerleguminosen, auch Soja, ist die Aminosäure Methionin eher gering vertreten. Das Lupineneiweiß weist Komponenten auf, auf die Erdnussallergiker empfindlich reagieren (Kreuzreaktivität). Dies ist im Einzelfall zu beachten.

Für Wiederkäuer (Rinder, Schafe) und Monogastrier (Schweine, Geflügel) dienen Lupinen in Mischfuttermitteln als wichtige Eiweißquelle. Methionin und Lysin werden meist ergänzt. In der Aquakultur (Karpfen, Regenbogenforellen, Lachse) werden Lupinen zunehmend als Ersatz für Fischmehl eingesetzt, das oft durch ökologisch und ökonomisch bedenkliche Praktiken gewonnen wird. Hier spielen also auch Fragen der Nachhaltigkeit eine Rolle.

Vermarktung und Wirtschaftlichkeit

Lupinen sind greeningfähig. Der Anrechnungsfaktor wurde 2018 von 0,7 auf 1,0 angehoben, dafür ist aber seit 2018 der Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln nicht mehr vorgesehen.

Besonders attraktiv sind Verträge mit Verarbeitern für die Humanernährung. Es gibt auch Landwirte, die ihr eigenes Lupinenbrot oder ihren eigenen Lupinenkaffee produzieren und erfolgreich am Markt platzieren. Als Futtermittel wäre eine innerbetriebliche Nutzung der Lupinen naheliegend. Andererseits können Kontakte zu viehhaltenden Betrieben über www.leguminosenmarkt.de gefunden werden. Vermarktungspartner in Deutschland sind auch über www.ufop.de ausfindig zu machen.

In der Tabelle sind die Erträge etwas optimistisch angesetzt. Allerdings beziehen



Die Lupinen sind ernterreif, wenn die Samen in den Hülsen rasseln.

Foto: Linda Hahn, DSV

sich die angegebenen Erzeugerpreise auf Lupinen als Futter. Jedoch lassen sich bei einer Vermarktung als Speiseware merklich höhere Erlöse erzielen, als hier angegeben. Die Erzeugerpreise aus ökologischer Wirtschaftsweise sind regelmäßig höher als aus konventionellem Anbau.

Was die N-Nachlieferung an die Folgefrucht, z. B. Weizen, betrifft, klaffen die verfügbaren Angaben weit auseinander und erscheinen in manchen Fällen als unrealistisch hoch. In einer kürzlich veröffentlichten polnischen Untersuchung fanden die Autoren, dass der nach Lupinen angebaute Weizen 20 kg N/ha aus der Hinterlassenschaft der Lupine aufgenommen hat. Für den nach diesem Weizen nochmals angebauten zweiten Weizen kamen weitere 7 kg N/ha aus der Lupine dazu. Die N-Nachlieferung betrug also insgesamt 27 kg/ha. Allerdings ist davon auszugehen, dass weiterer Stickstoff aus der Lupinenvorfrucht in Boden-Mikroorganismen temporär festgelegt und im Lauf der Jahre nach und nach pflanzenverfügbar wird. Insofern erhöht der Lupinenanbau auch langfristig die Bodenfruchtbarkeit. Zu bedenken ist weiterhin, dass die Vorfruchtwirkung der Lupinen nicht nur aus der N-Nachlieferung besteht, sondern auch aus der Phosphormobilisierung und der allgemein verbesserten Bodenfruchtbarkeit, z. B. durch das Aufbrechen von Bodenverdichtungen.

Ausblick

Die aus Südamerika stammende Andenlupine (*Lupinus mutabilis*) könnte in den nächsten Jahren als weitere Lupinenart in Deutschland angebaut werden. Sie ist besonders anspruchslos, weist aber sehr hohe Gehalte an Eiweiß und Öl auf. In Südamerika dienen die Körner der Andenlupine schon seit Langem als wichtige Proteinquelle in der Tier- und in der Humanernährung. Die laufenden Arbeiten zur Anpassung der Andenlupine an europäische Anbaubedingungen sind vielversprechend.

Es gibt Überlegungen, in Deutschland wieder Bitterlupinen, auch für die menschliche Ernährung, anzubauen. Der Gedanke dabei ist, im Anbau die ausgeprägten natürlichen Abwehrmechanismen (Bitterstoffe) dieser Lupinen verstärkt zu nutzen und die Bitterstoffe später durch innovative Verfahren aus dem Erntegut zu entfernen.

Fazit

Lupinen sind Leguminosen, sie leben in Symbiose mit dem stickstofffixierenden Bakterium *Bradyrhizobium lupini*. Derzeit werden in Deutschland die Schmalblättrige (= Blaue) und die Weiße Lupine angebaut. Die Gelbe Lupine spielt zum gegenwärtigen Zeitpunkt im Anbau keine Rolle. Lupinen sind Sommerungen mit einem deutlich geringeren Wärmeanspruch als Soja. Die früher gefährliche Lupinenkrankheit Anthraknose wurde durch die Entwicklung widerstandsfähiger Sorten, jetzt auch bei der Weißen Lupine, weitgehend überwunden.

Auf die spezifischen Standortansprüche der Lupinenarten ist zu achten. Das Lupinensaatgut sollte mit einem *Bradyrhizobium*-Präparat geimpft werden. Die Kornerträge schwanken in Abhängigkeit von Standort und Witterung und erreichen bei der Schmalblättrigen Lupine 45 dt/ha, bei der Weißen Lupine 60 dt/ha. Das eiweißreiche Erntegut kann für die Tier-, aber auch für die Humanernährung genutzt werden. Ackerbaulich gesehen ist der Vorfruchtwert der Lupinen hervorragend. <<

Tabelle: Deckungsbeitrag der Lupinen bei konventioneller und ökologischer Wirtschaftsweise (beispielhafte Berechnung)

Position	konventionell	ökologisch
Ertrag (dt/ha)	45	30
Erzeugerpreis (€/dt)	23	53
N-Nachlieferung (€/ha)	30	30
Leistungen (€/ha)	1065	1620
variable Kosten (€/ha)	650	664
Deckungsbeitrag (€/ha)	415	956

Johanna Thomsen

Prof. Dr. Rolf Rauber

Georg-August-Universität Göttingen
rrauber@uni-goettingen.de