

Vorschriften für die Klärschlammdüngung

Der Einsatz von Klärschlamm und Bioabfall ist für Ackerbau- und viehschwache Betriebe eine kostengünstige Alternative zum Mineraldüngereinsatz. Gösta-Harald Fuchs, Landwirtschaftskammer NRW, sagt, was beim Einsatz zu beachten ist.



Klärschlamm kann das Mineraldüngerkonto durchaus entlasten. Beim Einsatz sind jedoch zahlreiche Vorschriften und Auflagen einzuhalten.

Foto: Große Enking

Bei der Düngung mit Klärschlämmen und Bioabfällen sowie anderen Reststoffdüngern sind neben den Vorschriften der Düngeverordnung auch die Vorgaben des Abfallrechtes zu berücksichtigen. Wird Klärschlamm eingesetzt, ist dies die Klärschlammverordnung (AbfKlärV), beim Einsatz von Bioabfällen die Bioabfallverordnung (BioAbfV).

Die Düngung mit Klärschlamm und Bioabfall ist auf derselben Fläche in einem Zeitraum von drei Jahren nicht zulässig. In dem genannten Zeitraum darf nur entweder Klärschlamm oder Bioabfall eingesetzt werden.

Klärschlamm untersuchen lassen

Alle Flächen, die mit Klärschlamm gedüngt werden sollen, sind vor der Aufbringung und danach alle zehn Jahre auf ihren Gehalt an Schwermetallen zu untersuchen. Der Klärschlamm darf nur eingesetzt werden, wenn die in der AbfKlärV vorgegebenen Schwermetallgrenzwerte nicht überschritten werden.

Weiterhin sind alle drei Jahre die Grundnährstoffgehalte von den zur Beschlämmung anstehenden Flächen zu ermitteln. Die Nährstoffgehalte des Klärschlammes müssen alle sechs Monate analysiert werden. Diese Informationen dienen der Düngeplanung, die vor jeder Klärschlammdüngung durchzuführen ist. Hierbei sind die Nährstofflieferungen sowohl aus dem Klärschlamm als auch aus Wirtschafts- und Mineraldüngern, die Entzüge der angebauten Kulturen sowie die Bodenversorgung zu berücksichtigen. Sind Böden sehr hoch mit Phosphat versorgt (Versorgungsstufe E), so ist auf ihnen

die Klärschlammdüngung nicht zulässig. Bei Versorgungsstufe D darf nur der halbe Pflanzentzug gedüngt werden.

Die Schadstoffgehalte der Klärschlämme sind mindestens alle sechs Monate (Schwermetalle, organische Halogenverbindungen [AOX]) bzw. alle zwei Jahre (polychlorierte Biphenyle [PCB], Dioxine/Furane) zu bestimmen.

Auch hier sieht die AbfKlärV Grenzwerte vor, bei deren Überschreitung die Schlämme nicht mehr landwirtschaftlich verwertet werden dürfen.

Maximal dürfen 5 t Trockensubstanz = TS/ha in drei Jahren aufgebracht werden. Diese abfallrechtliche Obergrenze kann jedoch oft nicht ausgeschöpft werden, da mit dieser Menge vielfach über dem Pflanzenbedarf der angebauten Kulturen gedüngt wird. Dies gilt insbesondere für Phosphat. Deshalb ist für jede Aufbringung eine P-Düngeplanung erforderlich. Die Düngeplanung wird von den Klärschlammabgebern oder den beauftragten Dritten erstellt und dem Landwirt zur Verfügung gestellt. Sie ist der Kreisstelle der Landwirtschaftskammer zur Prüfung vorzulegen.

Für Klärschlamm bestehen bei den sogenannten empfindlichen Nutzungen Aufbringungsverbote; der Einsatz ist verboten im Forst, in Naturschutzgebieten, in den Zonen I und II von Wasserschutzgebieten, in einem 10-m-Uferstreifen an Gewässern, auf Dauergrünland sowie im Obst- und Gemüseanbau. Das Verbot der Klärschlammdüngung auf Dauergrünland sowie im Obst- und Gemüsebau zielt darauf ab, die direkte Aufnahme von Klärschlammpartikeln durch Menschen und landwirtschaftliche Nutztiere auszuschließen.

Auf sorptionsschwachen Böden ist die Aufbringung ebenfalls verboten. Liegt der Ziel-pH-Wert eines Bodens unter 5, so darf auf dieser Fläche kein Klärschlamm gedüngt werden. Ist der aktuelle pH-Wert (Bodenanalyse) kleiner als 5, darf erst nach einer Aufkalkung auf mindestens 5,2 Klärschlamm eingesetzt werden. So wird verhindert, dass die im stark sauren Milieu mobilen Schwermetalle in das Grundwasser ausgewaschen werden.

Neben diesen Aufbringungsverboten sind weitere Aufbringungsbeschränkungen zu beachten, durch die die Kontamination von Pflanzenteilen, die von Menschen oder Nutztieren direkt aufgenommen werden, ausgeschlossen werden sollen. Im Feldfutterbau darf Klärschlamm nur vor der Saat mit anschließender tiefwendender Einarbeitung ausgebracht werden. Dies gilt auch beim Zuckerrübenanbau, wenn das Blatt verfüttert wird. Auch zu Mais ist die Ausbringung nur vor der Saat zulässig. Hier wird eine flache Einarbeitung als ausreichend angesehen. Beim Anbau von Feldgemüse ist die Ausbringung im Anbaujahr und im Jahr davor verboten.

Behördliche Kontrollen

Der Einsatz von Klärschlamm wird behördlich streng überwacht. Jede Ausbringung ist mit einer Vorankündigung (Lieferschein) vom Abgeber spätestens 14 Tage vor der geplanten Aufbringung der Unteren Abfallbehörde und der Kreisstelle der Landwirtschaftskammer anzuzeigen. Der Kammer ist gleichzeitig ein P-Düngeplan vorzulegen. Der Kreis prüft die Einhaltung der abfallrechtlichen, die Kreisstelle die düngerechtlichen Vorschriften. Die geplante Ausbringung kann auch versagt oder mengenmäßig reduziert werden, wenn die Nährstofflieferung über dem Pflanzenbedarf liegt (P-Bedarf der dreijährigen Fruchtfolge).

Jede Klärschlammausbringung wird von den Behörden erfasst, sodass genau nachvollzogen werden kann, auf welchen Flächen welcher Klärschlammabgeber wann Klärschlamm eingesetzt hat.

Die Klärschlammabgeber sind Mitglied im Klärschlammmentschädigungsfonds (KlärEV). Dieser Fonds sichert das Risiko klärschlammbedingter Schäden ab. Das Fondsvolumen beträgt ca. 64 Mio. €, die für eventuelle Schadensregulierungen zur Verfügung stehen. Sollten Schäden auftreten, die durch diese Summe nicht abgesichert sind, besteht für die Fondsmitglieder eine Nachschusspflicht von insgesamt maximal 125 Mio. €.

Wenn Sie Bioabfälle einsetzen ...

Bei Bioabfällen handelt es sich um Abfälle pflanzlicher oder tierischer Herkunft, die durch Mikroorganismen, bodenbürtige Lebewesen oder Enzyme abgebaut werden können.

Die zulässigen Ausgangsmaterialien für ihre Herstellung sind im Anhang 1 der Bioabfallverordnung (BioAbfV) aufgelistet. Aber auch andere Stoffe können mit behördlicher Genehmigung zur Bioabfallherstellung eingesetzt werden. Bioabfälle sind so zu behandeln, dass sie seuchen- und phytohygienisch unbedenklich sind.

Auch der Einsatz von Bioabfällen unterliegt der behördlichen Überwachung. Die Schwermetallgehalte der Aufbringungsflächen sind einmalig zu ermitteln und der Abfallbehörde mitzuteilen. Je nach Bodenart ist die Einhaltung unterschiedlich hoher Grenzwerte Voraussetzung für die Aufbringung.

Die Bioabfälle sind in regelmäßigen Abständen, mindestens alle drei Monate bzw. je angefangen-

ner 2000 t Produktionsmenge, auf ihre Schwermetallgehalte zu untersuchen. Je nach Schwermetallgehalt dürfen je ha maximal 20 oder 30 t TS/ha in drei Jahren ausgebracht werden. Auch die Nährstoffgehalte der eingesetzten Materialien sind regelmäßig zu ermitteln. Die Ergebnisse sind bei der Düngeplanung zu berücksichtigen. Vielfach sind die genannten maximal zulässigen Aufbringungsmengen nicht möglich, da die Nährstofffrachten dann deutlich über dem Pflanzenbedarf liegen würden. Dies trifft vor allem bei nährstoffreichen Produkten wie etwa Biogasgülle aus Kofermentationsanlagen zu. Hersteller gütegesicherter Bioabfälle (Mitglieder einer regelmäßigen Güteüberwachung) können sich auf Antrag von den Behörden von der regelmäßigen Vorlage der Untersuchungsergebnisse befreien lassen.

Sofortige Einarbeitung bei ...

Bei einigen Stoffen sind weitere rechtliche Regelungen wie etwa die sofortige Einarbeitung zu beachten:

■ **Fleischmehl, Knochenmehl und Fleischknochenmehl:** Der Einsatz von Produkten, die Fleischmehl, Knochenmehl und Fleischknochenmehl enthalten, ist auf Grünland und im Gemüse- und Feldfutterbau verboten, um eine direkte Aufnahme durch Menschen und Nutztiere auszuschließen. Auf Ackerland sind die Materialien sofort einzuarbeiten. Das heißt, die Einarbeitung soll parallel zur Aufbringung erfolgen, spätestens aber drei Stunden nach Aufbringungsbeginn abgeschlossen sein. Die Pflicht



Es sollte nur Klärschlamm von zuverlässigen Lieferanten aus der Region verwendet werden, dessen Nährstoff- und Schadstoffgehalt analysiert wurde.

Foto: B. Lütke Hockenbeck

zur sofortigen Einarbeitung schließt im Prinzip eine Kopfdüngung mit diesen Stoffen aus.

■ **Kieselgur:** Auch Kieselgur und Stoffe, die Kieselgur enthalten, dürfen nur auf unbestelltem Ackerland bei sofortiger Einarbeitung angewandt werden. Kieselgurprodukte müssen bei der Ausbringung feucht sein, um Verwehungen des krebserregenden Stoffes zu vermeiden.

Warendeklaration aufbewahren

Für alle organischen und organisch-mineralischen Düngemittel, also alle Dünger, die aus Rest- und Abfallstoffen hergestellt wurden (das trifft auch auf Biogasgülle aus Kofermentationsanlagen zu), sind dem abnehmenden Landwirt vom Abgeber „Düngemittelrechtliche Deklarationen“ (sogenannte Warendeklarationen) auszuhandigen. Sie sind vom Landwirt sieben Jahre aufzubewahren und müssen die Bezeichnung des Düngers, den Hersteller (Name, Adresse), die Ausgangsstoffe des Produktes sowie die Nährstoffgehalte ausweisen. Bei Biogasgülle

ist auch der Anteil des Stickstoffs tierischer Herkunft anzugeben. Weiterhin sind die Schadstoffgehalte zu deklarieren. Anhand von Liefererscheinungen, die dem Landwirt ebenfalls auszuhandigen sind, ist nachzuweisen, welche Mengen eingesetzt wurden. Die verwerteten Düngermengen sind im jährlich zu erstellenden Nährstoffvergleich aufzuführen. Im Rahmen von Kontrollen wird geprüft, ob alle eingesetzten Dünger auch im Nährstoffvergleich berücksichtigt worden sind. Wird hier etwa der Einsatz von Klärschlamm verschwiegen, führt dies zu einer Kürzung der EU-Prämie. Enthalten die eingesetzten Stoffe tierischen Stickstoff, so ist dieser auch bei der zulässigen N-Obergrenze (170 kg N/ha im Betriebsdurchschnitt aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft) zu berücksichtigen. Weiterhin ist darauf zu achten, dass die nach der Düngeverordnung vorgeschriebenen ausgeglichenen Nährstoffbilanzen eingehalten werden.

Fazit für die Praktiker

Landwirte, die Dünger einsetzen, die aus Abfall- oder Reststoffen hergestellt worden sind, sollten strikt darauf achten, dass von den Abgebern alle beschriebenen Vorschriften komplett eingehalten werden. Sie müssen sich alle erforderlichen Unterlagen aushändigen lassen, sie prüfen und aufbewahren. Stimmen die Mengenangaben, sind die erforderlichen Analysen beigefügt, sind die Grenzwerte eingehalten? Alle Nährstofflieferungen sind in den jährlich zu erstellenden Nährstoffvergleichen aufzuführen.

Weiterhin sollten Sie Klärschlämme und Bioabfälle aus Ihnen bekannten Anlagen aus der Region bevorzugen. Sie sollten sich immer die Frage stellen, wie seriös und zuverlässig Ihr Lieferant ist und wie groß Ihr Vertrauen in ihn ist. Dubiose Herkünfte, bei denen die einzelnen Inputmaterialien nicht bekannt sind, sollten nicht eingesetzt werden. □

Frühkartoffeln oft zu dick

2007 führte die Trockenheit im April bei den Frühkartoffeln zu einem schlechten Knollenansatz und damit zu einem hohen Anteil an Übergrößen. Wie die Sorten in den Versuchen abgeschnitten haben, sagt Peter Lövenich, Landwirtschaftskammer NRW.

Traditionell wurden in der Praxis auch in diesem Frühjahr wieder einige kleine Flächen mit Frühkartoffeln bereits im Februar nach Karneval gepflanzt. Ab Mitte März folgten dann im ganzen Land die ersten Auspflanzungen, welche wegen der stabilen Wetterlage zügig voranschritten und gegen Ende des Monats abgeschlossen werden konnten. Die anschließende Witterung im April war mild und sehr trocken, sodass es zu einem zügigen Aufruf der Bestände kam.

Je nach Vorbereitungsgrad des Pflanzgutes und anderer ernteverfrühender Maßnahmen rutschte der Knollenansatz in diese Trockenphase, was deutliche Reduzierungen der Gesamtknollenzahl bedeutete. Große Knollen sind bei Frühkartoffeln grundsätzlich kein Problem, da viele Bestände grün und unausgereift geerntet werden. In diesem Jahr war der Markt, wegen der nicht enden wollenden Altkartoffeln allerdings

nicht so aufnahmefreundlich und viele Bestände wuchsen deswegen stark in die Übergrößen. Ab Anfang Mai schlug die Witterung um und die andauernden Niederschläge bereiteten uns früh Krautfäuleprobleme, von denen auch die Frühkartoffeln betroffen waren. Es kam daher zu für Frühkartoffeln ungewöhnlich vielen Behandlungen.

Zwei Landessortenversuche

Die Landessortenversuche an den beiden Standorten Kerpen-Buir und Schwalmtal-Waldniel konnten in der letzten Märzwoche unter guten Bedingungen ausgepflanzt werden. Wie in der Praxis erfolgte der Aufruf zügig nach 21 Tagen am 19. April. Leider kam die Krautfäule bereits in der zweiten Maiwoche, was zu engen und intensiven Spritzintervallen führte. Durch den intensiven Pflanzenschutzmitteleinsatz



Frühkartoffeln brachten in diesem Jahr gute Erträge, vielfach aber auch zu dicke Knollen. Foto: CMA

konnten aber alle Bestände nahezu befallsfrei gehalten werden. Witterungsbedingt erfolgte die Ernte in Buir ohne Krautregulierung weitgehend abgereift am

1 Das brachten sehr frühe Speisekartoffeln 2007

Landessortenversuche, Mittel der Standorte Buir und Waldniel

Sorte	Stärke %	Sortierung			Ertrag		Marktwareertrag > 35 mm			
		<35 mm	35-60	>60 mm	dt/ha	rel.	dt/ha 2007	rel. 2007	rel. 2006	rel. 2005
Berber	12,1	2	42	57	581	103	572	102	100	106
Solist	10,4	0	35	64	558	99	556	99	86	-
Leyla	11,7	1	57	42	524	93	519	93	106	98
Valetta	10,3	1	60	39	523	92	517	92	109	109
Anuschka	10,5	1	52	47	583	103	579	103	111	-
Saline	12,2	1	61	38	533	94	529	94	106	100
Verona	11,8	1	52	47	572	101	567	101	111	-
Presto	11,3	1	50	50	638	113	633	113	-	-
Annabelle	10,2	1	72	27	569	100	561	100	-	-
Agila	11,3	1	48	51	581	103	575	103	-	-
	11,2	1	53	46	566	100	561	100	100 = 422 dt/ha	100 = 477 dt/ha

8. August und damit eine Woche früher als 2006. In Waldniel erfolgte die Ernte nach verspäteter Krautregulierung am 4. September. Das Ertragsniveau lag in Buir mit 112 und in Waldniel mit 133 dt/ha über dem dreijährigen Versuchsdurchschnitt in dieser Reifegruppe, bei allerdings hohem Übergrößenanteil.

So sind die Sorten zu beurteilen

Wie die Sorten abgeschnitten haben, lesen Sie in den beiden Übersichten und in der nachfolgenden Kurzbeschreibung.

Berber ist immer noch eine der frühesten Sorten auf dem Markt und hat dadurch in der Pfalz eine große Anbaubedeutung erreicht. In der Regel ist sie die erste heimische Sorte im Handel und konkurriert mit den weniger geschmackvollen Sorten aus Südeuropa, wo sie qualitativ trotz ihrer hellgelben Fleischfarbe gut mithalten kann. Berber brachte in diesem Jahr leicht überdurchschnittliche Erträge mit dem bekannt hohen Übergrößenanteil. In der Praxis wird die Sorte aber deutlich früher gerodet als in den Versuchen, sodass die Sortierung besser zu kontrollieren ist. Bekannte Schwächen sind die hohe Schorfanfälligkeit und die Neigung zu Rissen bei übergroßen Knollen.

So lange die Züchtung keine ähnlich frühen Sorten wie Berber hervorbringt, wird diese ihre Bedeutung als Startsorte auf vielen Betrieben behalten.

Solist steht im zweiten Prüfljahr und brachte etwas bessere Erträge als im Vorjahr. Gegenüber

Berber bringt sie bei früher Rodung deutlich geringere Erträge und holt erst gegen Ende der Reifezeit auf. Dafür ist sie schneller festschalig, was bei künftigen Vermarktungszielen von Bedeutung sein kann. Solist kann bei zu langer Wachstumszeit sehr groß werden und reagiert dann gerne mit Knollenrissen. Die Sorte ist dankbar für ein gleichmäßiges Wachstum und kann bei Wachstumsbeschleunigung durch Folie mit verstärkten Knollenmängeln reagieren. Sie ist vorwiegend festkochend, besitzt eine hellgelbe Fleischfarbe und hat rundovale Knollen. Die Sorte ist für die frühe Abpackung vorgesehen und lässt sich problemlos waschen. Aufgrund der robusten Schale ist die Anfälligkeit gegenüber Erwinia auch unter nassen Bedingungen nicht hoch. Erwähnenswert ist die heftige Reaktion mit starker Gelbfärbung der Blätter auf kühle Nächte, die aber keinen Einfluss auf das Ertragsverhalten der Sorte hat.

Die robuste Sorte eignet sich in erster Linie für die frühe Vermarktung über den Handel.

Leyla zählt wie Gloria zu den altbewährten Frühsorten und steht in erster Linie bei den Direktvermarktern. Der gute Ruf der Sorte resultiert aus der tiefgelben Fleischfarbe und der fast festen Kocheigenschaft und dem guten Geschmack. Der Ertrag war in diesem Jahr wieder unterdurchschnittlich und schwankt stark über die Jahre und Standorte. Leyla hat immer wieder Pflanzgutprobleme, was zu unbefriedigenden Erntequalitäten führt. Die erhöhte Schorfanfälligkeit kommt unter ungünstigen Witterungsbedingungen oder auf leichteren Standorten

immer wieder zum Tragen. Wer mit der Sorte umzugehen weiß, wird auch weiterhin auf diese setzen.

Valetta steht im dritten Prüfljahr und brachte 13 % weniger Ertrag als in den Vorjahren – für eine Sorte, die sonst Spitzenerträge bringt, ein enttäuschendes Ergebnis. Besonders in Waldniel brachte sie nur 86 % des Versuchsdurchschnittes, bei deutlich zu kleiner Sortierung. Ob es sich dabei um einen Witterungs- oder Pflanzguteffekt handelt, kann noch nicht genau gesagt werden. Normalerweise ist die Sortierung ausgeglichen, mit einem hohen Anteil marktfähiger Ware. Unter guten Wachstumsbedingungen erhöht sich aber der Übergrößenanteil. Die Knollen sind langoval mit glatter Schale, vorwiegend festkochend und haben eine gelbe Fleischfarbe.

Valetta verbindet den beliebten langen, gelbfleischigen Knollentyp mit einem in den Vorjahren überdurchschnittlichen Ertrag. Daher eignet sie sich wegen ihrer guten Qualität für die Direktvermarktung und wegen des hohen Ertrages für den Handel, darf dann aber nicht gewaschen werden. Sie wird früh schalenfest, was einen längeren Vermarktungszeitraum zulässt. Um Klarheit in das Ertragsverhalten zu bekommen, wird die Sorte noch ein Jahr geprüft.

Saline, eine Agria-Kreuzung, wird auch im dritten Jahr angebaut und lieferte in dieser Zeit durchschnittliche Erträge mit stärkeren Schwankungen über die Jahre. Sie ist eine langovale, hellgelbe, vorwiegend festkochende Sorte, die eher dem kompakt-robusten Knollentyp entspricht. Die Sorte ist als Zweitnutzungssorte auch für die frühe Pommes-Verarbeitung vorgesehen. Um frühzeitig entsprechende Stärkegehalte zu erreichen, muss sie unbedingt vorgekeimt werden. Bei längerer Wachstumszeit liegen die Stärkegehalte wieder über dem Durchschnitt. In der Praxis wurde sie bei raschem Wachstum in diesem Jahr etwas hohl, sonst gefällt die Sorte wegen ihrer guten Knollenoptik.

Verona steht im zweiten Prüfljahr und konnte die weit überdurchschnittliche Ertragsleistung des Vorjahres nicht wiederholen. Verona hat ovale, vorwiegend festkochende Knollen mit hellgelber Fleischfarbe und feiner, glatter Schale. In diesem Jahr war die Sortierung ausgeglichen, übergroße Knollen reagierten etwas mit Hohlherzigkeit. Sie zeigte auf einem Standort etwas Schorf.

Wegen der guten Ertragsleistung und der annehmligen Knollenoptik dürfte sich diese Sorte in erster Linie für den Handel eignen.

Anuschka steht ebenfalls im zweiten Prüfljahr und konnte auch nicht an die weit überdurchschnittliche Ertragsleistung des Vorjahres an-

2 Sortenbeschreibung sehr frühe Speisekartoffeln 2007

Sorte	Reifezeit	Kochtyp	Knollenform	Fleischfarbe	Anfälligkeit für:**				Neigung zu:**				Keimfreudigkeit**	Übergrößen*	Untergrößen*
					Y-Virus	Krautfäule	Knollenfäule	Schorf	Zwiezwuchs	Hohlherzigkeit	Wachsrisse	Schwarzfleckigkeit			
Berber	2	vf	oval	hellgelb	9	6	3	5	4	4	4	4	6	5/6	5/4
Solist	1	vf	rundoval	hellgelb	5	6	3	3	3	4	3	2	4	6/6	5/5
Leyla	1	vf	langoval	tiefgelb	4	6	4	6	4	3	4	2	3	4/5	3/3
Valetta	1	vf	langoval	gelb	7	6	4	3	4	3	3	2	4	6/6	3/3
Anuschka ^{2; 3)}	2	f	oval	gelb	-	6	3	5	3	3	3	3	3	5	3
Saline ^{2; 3)}	1	vf	oval	hellgelb	-	5	4	3	3	3	3	3	4	4/5	5/4
Verona ²⁾	1	vf	oval	hellgelb	-	6	4	4	-	3	3	3	4	5/5	4/4
Presto	2	vf	oval	gelb	1	5	3	5	3	3	3	3	6	4/5	5/4
Annabelle ^{2; 3)}	2/3	f	lang	dunkelgelb	4	6	3	5	4	3	3	3	6	5	6
Agila	3	f	langoval	hellgelb	2	5	4	4	5	3	3	1	4	7	2

nach Liste 2007 des Bundessortenamtes; ²⁾ Züchterangaben; ³⁾ eigene Beobachtungen; f = festkochend; vf = vorwiegend festkochend; * Frührodung/Spätrodung; ** 1 = sehr gering, sehr niedrig, 3 = gering, niedrig, 5 = mittel, 7 = stark, hoch

knüpfen. Sie brachte dennoch eine leicht überdurchschnittliche Leistung mit normaler Sortierung. Die Knollen sind oval, robust und mit schöner gelber Fleischfarbe und fester Kocheigenschaft. In diesem Jahr lagen die Stärkegehalte im unteren Bereich und Knollenmängel fielen nicht ins Gewicht. Bestätigt hat sich die hohe Keimruhe und dementsprechend das träge Auflaufverhalten. Daher eignet sich der Anbau eher am Ende dieses Reifesegments als frühe Anschlussorte.

Da Geschmack und Akzeptanz beim Verbraucher gut waren, dürfte sich die Sorte sowohl in der Direktvermarktung als auch für den Handel eignen, zumal sie sich auch gut packen lässt.

Presto aus dem Hause Europlant stand im ersten Prüfljahr. Die im Jahr 2001 zugelassene Sorte brachte mit Abstand die höchsten Erträge in dieser Reifegruppe, die aber zum Teil auf den hohen Übergrößenanteil zurückzuführen sind. Presto ist eine ovale, vorwiegend festkochende Sorte mit gelber Fleischfarbe. Auffallend ist der erhöhte Anteil an Wachstumsrisen, die Schorfanfälligkeit und der hohe Anteil an grünen Knollen, was in der Praxis sicherlich zu hohen Abzügen führen kann. Besondere Vorzüge der Sorte sind die frühe Rodedfähigkeit und die schnelle Schalenfestigkeit, die bei veränderten Vermarktungsbedingungen die Sorte aufwerten dürfte.

In der Summe stellt Presto eine robuste Sorte

dar, die sich wegen ihrer Ertragsleistung und frühen Rodbarkeit besonders für den frühen Handel eignet.

Annabelle gehört normalerweise nicht in das sehr frühe Sortiment, wird aber von vielen Landwirten als erste Sorte für den Markteinstieg angebaut. Bei früher Rodung kann die Sorte zwar ertraglich mithalten, weist aber niedrige Stärkegehalte und zu hohe Anteile an kleinen Knollen auf. Daran lässt sich gut sehen, dass die Sorte ihr Ertragspotenzial noch nicht ausgeschöpft hatte. Im qualitativen Bereich nimmt Annabelle eine Spitzenstellung ein, was mittlerweile auch beim Verbraucher angekommen ist, wo sie sich einer hohen Beliebtheit erfreut. Bei aller Euphorie darf aber auch nicht vergessen werden, dass Annabelle eine hohe Erwiniaanfälligkeit besitzt und unbedingt trocken gerodet werden muss. Auffallend sind auch die ausgeprägten Lentizellen, die sich beim dünnen Schalen als graue Punkte auf der Knollenoberfläche wiederfinden.

Dennoch hat sich Annabelle gut etabliert und ist als hochwertige Salatkartoffel im frühen Bereich nicht mehr wegzudenken.

Agila gehört als frühe Sorte ebenfalls nicht in dieses Segment, konnte aber aus Kapazitätsgründen nur hier mitgeprüft werden. Obwohl sie in der Reifezeit mit Cilena zu vergleichen ist, brachte sie schon früh überdurchschnittliche Erträge bei ausgeglichener Sortierung und mitt-

leren Stärkegehalten. Die Knollen sind festkochend, langoval und von hellgelber Fleischfarbe. Knollenmängel waren eher gering, sodass die Sorte auf Anhieb gefiel.

Voll ausgereift ist Agila eher grobfallend und dürfte ertraglich noch zulegen können. Wegen der schönen Schale und der hohen Ertragsleistung sehen wir die Sorte für Vermarktungsrichtungen, wo eine schöne Knollenoptik im Vordergrund steht.

Handel fordert Festschaligkeit

Die Neuzüchtungen der vergangenen Jahre sind alle keine klassischen Frühsorten wie Berber oder Premiere. Sie sind keimruhig und dementsprechend träge in der Anfangsentwicklung und zählen eher zu den frühen Anschlussorten mit einem Vermarktungszeitraum bis Weihnachten.

Vom Lebensmitteleinzelhandel wird immer wieder die Produktion von früher festschaliger Ware gefordert, was mit den bekannten Sorten zu den frühen Lieferterminen nicht immer zu erreichen ist. Letztendlich muss aber jeder Produzent mit seinem Handelspartner abstimmen, wann er welche Qualitäten liefern soll. Sollte sich wirklich die Forderung von früher schalenfester Ware durchsetzen, wird das aber Konsequenzen auf die Sortenwahl und auf die Anbautechnik haben. □

Technik

Herausforderung Motorkühlung 1

Die Kühlsysteme moderner Schleppermotoren müssen heute weit mehr leisten, als nur die Verbrennungswärme abführen. Abgas-, Öl- und Ladeluftkühlung sind nur einige weitere Aufgaben. Aktuelle Entwicklungen beschreiben wir in unserem zweiteiligen Beitrag.

Neben dem traditionellen Wärmetauscher für die Motorkühlflüssigkeit sind unter der Haube moderner Traktoren meist vier bis sechs weitere Kühler zu finden. Sie alle müssen vom Lüfterventilator mit einer ausreichenden Menge Kühlluft versorgt werden. Zwar ist es der Wunsch eines jeden Praktikers, dass die im Kraftstoff chemisch gespeicherte Energie nach dem Verbrennungsprozess im Motor möglichst vollständig als mechanische Energie für Fortbewegung, Zugarbeit, Zapfwellenarbeiten etc. zur Verfügung steht. Jedoch werden beim Dieselmotor nur ca. 40 % der aufgewandten

Energie in mechanische Energie umgewandelt. Etwa 20 % gehen über den Abgasstrom und die Wärmeabstrahlung verloren, wobei mit der steigenden Leistungsdichte (Leistung bezogen auf das Bauvolumen) der Motoren und deren zunehmenden Kapselung (Geräuschdämpfung) immer weniger Wärme durch Strahlung

abgegeben werden kann. Die verbleibenden 40 % der Kraftstoffenergie werden über den **Wärmetauscher für die Motorkühlflüssigkeit** an die Umgebungsluft abgegeben. Sogenannte Power-Boost-Systeme, durch die der Motor unter bestimmten Voraussetzungen bis 15 % Mehrleistung abgibt, belasten den Motorkühler zu-



Kühlerpakete mit bis zu sieben Wärmetauschern sind charakteristisch für moderne Traktoren. Für Wartungsarbeiten müssen die einzelnen Kühler jedoch separat zugänglich sein.
Fotos: Wick, B. Lütke Hockenbeck



sätzlich. Um dauerhaft Hitzeschäden zu vermeiden, müssen ausreichende Kühlreserven vorhanden sein.

Die Wärme muss weg

Mit der seit 1. Januar 2007 auch für Traktoren über 100 PS gültigen Abgasstufe Tier III A haben sich die Anforderungen an das Kühlsystem erneut verschärft. Um die Grenzwerte ohne einen Anstieg des Kraftstoffverbrauchs einzuhalten, wurde von zwei Herstellern die im Automobilbau bereits seit Längerem eingesetzte **Abgasrückführung** (AGR) eingeführt. Vor allem im Teillastbereich wird ein Teil des Abgasstroms der frischen Ansaugluft zugeführt (max. 40 % Abgasgehalt). Für eine wirksame NO_x-Reduktion muss der rückgeführte Abgasstrom mit einem zusätzlichen Wärmetauscher gekühlt werden. Dieser wird ebenso von der Motorkühlflüssigkeit umspült.

Auch das Getriebe-/Hydrauliköl ist einer hohen thermischen Belastung ausgesetzt. Ölgekühlte Kupplungen, Bremsen und Lastschaltstufen sind weit verbreitet und durch die hydrostatische Leistungsübertragung in stufenlos-leistungsverzweigten Getrieben fällt zusätzlich Wärmeenergie an. Der Trend zu hohen Fahrgeschwindigkeiten hat seinen Preis, denn die Getriebeverluste nehmen deutlich zu. Hydraulische Anbaugeräte (Gebläse der pneumatischen Sämaschine, Kratzboden, Frontlader, etc.) verlangen eine immer höhere Leistung. Bei einem Wirkungsgrad von häufig weniger als 50 % wird das Öl entsprechend heiß. Ähnlich wie die Motoren werden auch die Getriebe oft von anderen Komponenten (Tank, Kabine, etc.) umschlossen und haben eine hohe Leistungsdichte. Somit bedarf es extra Kühler, um die Verlustwärme an die Umgebungsluft abgeben zu können. Haben Hydraulik- und Getriebeöl einen gemeinsamen Haushalt, muss der **Ölkühler** entsprechend groß dimensioniert werden. Andernfalls sind zwei Wärmetauscher erforderlich. Mithilfe von Turboladern bekommen kompakte Motoren eine hohe Leistung. Zur Einhaltung der Abgasgrenzwerte sind **Ladeluftkühler** unverzichtbar. Sie senken die Spitzentemperaturen im Brennraum des Motors und reduzieren somit die Stickoxidemissionen (NO_x).

In den mittleren und oberen Leistungsklassen sind **Klimaanlagen** bereits Standard. Die im Bereich der Kabinenlüftung aufgenommene Wärme wird vom Kondensator ebenso an den Kühlluftstrom abgegeben.

Die integrierten Hochdruckeinspritzsysteme moderner Motoren (CommonRail) müssen extra gekühlt werden, wozu Diesel als Kühlflüssigkeit verwendet wird. Dieser wird mit großen Umspülraten (bis zu mehrere 100 l/min) über einen separaten **Kraftstoffkühler** in den Tank zurückgeführt. Auch trägt gekühlter Kraftstoff zur Verringerung der NO_x-Emissionen bei.

Mehr Luft trotz weniger Platz

Die höhere Kühlleistung kann entweder über ein größeres Kühlervolumen, eine höhere Effizienz der Wärmeübertragung an die Luft oder über einen erhöhten Luftdurchsatz realisiert werden. Die Forderung nach größeren Kühlern steht allerdings im Widerspruch zu einigen aktuellen Trends im Traktorenbau. Gefordert werden kompakte, wendige und handliche Traktoren mit großer Bereifung für mehr Zugleistung und Bodenschonung. Anstelle einer großen Motorhaube wünscht sich der Praktiker Übersichtlichkeit sowie erweiterte Anbauräume in der Fronthydraulik. All diese Wünsche schrän-



Um Schäden durch Überhitzung entgegenzuwirken, sollten die Zuluftgitter regelmäßig gereinigt werden.
Foto: Wobser

ken den verfügbaren Freiraum sowohl für Kühler als auch Ansaugflächen stark ein. Die Ingenieure sind gezwungen, mehrere Kühler zu kombinieren, sodass ganze „Kühlerbatterien“ mit mehreren, eng nacheinander angeordneten Wärmetauschern entstehen.

Jedes Element erwärmt den Kühlluftstrom zusätzlich, dennoch muss auch für das letzte Element eine ausreichende Temperaturdifferenz erzielt werden. Dazu muss der Luftdurchsatz erhöht werden. Kann dies, wie oben beschrieben, nicht über eine größere Kühlerfläche realisiert werden, so bleibt nur die Erhöhung der Strömungsgeschwindigkeit mittels einer höheren Lüfterdrehzahl. Manche Traktoren haben daher bei Motornennndrehzahl Lüfterdrehzahlen von 3500 min⁻¹ und mehr. Die Umfangsgeschwindigkeit der Flügelspitzen beeinflusst allerdings auch die Geräuscentwicklung erheblich. Hier gibt es zwischen den Herstellern deutliche Unterschiede.

Die Drehzahl hat darüber hinaus zusammen mit dem Durchmesser einen entscheidenden Einfluss auf die für den Lüfterventilator erforderliche Antriebsleistung. Zudem steigt die erforderliche Antriebsleistung mit der Anzahl der nacheinander angeordneten Kühlerelemente, da hierdurch ungünstigere Druckverhältnisse für den Ventilator entstehen. So kann die für den Lüfterventilator benötigte Antriebsleistung durchaus 10 % der Schleppernennleistung betragen.

Immer sauber bleiben

Die hohe Strömungsgeschwindigkeit der Kühlluft und die begrenzten Ansaugflächen bedeuten zudem einen starken Vakuumeffekt, ähnlich wie bei einem Staubsauger. Durch eine Profilierung der Ansauggitter, häufig in Trapezform, wird deren Fläche bei einigen Traktoren vergrößert. Für einen möglichst hohen Luftvolumenstrom ist jedoch nicht nur die absolute Größe der Ansauggitter entscheidend, sondern auch deren Lochanteil und damit die Durchlassfläche. Zwar bieten sich auch horizontale Flächen für die Luftansaugung an, jedoch reinigen sich senkrechte Flächen wesentlich besser von alleine.

Trotzdem kommt es bei den verschiedensten Arbeiten mit dem Schlepper (Mähen oder Mulchen mit einem Frontanbaugerät, Spritzen eines blühenden Rapsbestandes, flache Stoppelpbearbeitung mit hoher Geschwindigkeit, Pres-

sen von Heu oder Stroh, usw.) schnell zu Verschmutzungen von Zuluftgittern und Kühlern, wodurch der Kühlluftstrom und wiederum die Kühlleistung beeinträchtigt wird. Kann dadurch die erforderliche Kühlleistung über einen längeren Zeitraum nicht erbracht werden, drohen Überhitzung von Motor, Getriebe und Hydraulik, eine schlechte Leistung der Klimaanlage bis hin zu einem Totalausfall der Maschine durch gravierende Hitzeschäden. Wird die Verbrennungsluft für den Motor – ein Turbomotor mit sieben Litern Hubraum benötigt bei Nennndrehzahl in einer Minute mehr als 10 000 l Ansaugluft – durch die Kühlergitter in der Traktorfront angesaugt, verstärkt sich diese Sogwirkung zusätzlich. Hier sind funktionelle Systeme gefordert, die durch Klappmechanismen oder Ähnliches dennoch eine gute Reinigung ermöglichen.

In der Regel weisen Schleppermotoren heute einen weiten Konstantleistungsbereich auf, was hohe Drehmomente auch bei mittleren Drehzahlen voraussetzt. Genau in diesem Bereich benötigen die Motoren die höchste spezifische Kühlleistung (Kühlleistung bezogen auf Motordrehzahl). Folglich wird die Übersetzung des Lüfterantriebes so gewählt, dass schon bei niedriger Motordrehzahl eine ausreichend hohe Lüfterdrehzahl vorliegt. Das wiederum führt zu deutlichen Leistungsreserven der Kühlungsanlage im oberen Drehzahlbereich. Dadurch kann der Motor bei hoher Drehzahl auch mit verschmutztem Kühler noch ausreichend gekühlt werden und die oben genannten Probleme treten verhältnismäßig selten auf. Der Landwirt hat den Eindruck, es bestehe kein Handlungsbedarf zum Reinigen der Zuluftgitter und des Kühlers (zudem: Wer macht diese Arbeit schon gern und versucht nicht, so lange zu fahren, wie es nur irgendwie geht).

Variable Lüfterleistung

In aller Regel werden die Lüfterantriebe in Traktoren mittels einer Viscokupplung geschaltet, die den Lüfter nur dann mit vollem Drehmoment mitlaufen lässt, wenn eine hohe Kühlleistung gebraucht wird. Zwar drehen sich Lüfter mit Viscoantrieb auch bei kaltem Motor, jedoch nur mit reduzierter Drehzahl. Mit zunehmender Kühllufttemperatur schließt die Viscokupplung nach und nach und erhöht so die Lüfterdrehzahl. Systembedingt erreicht der Lüfter jedoch nie die volle Antriebsdrehzahl, es bleibt ein Schlupf von 5 bis 8 %. Ist die Viscokupplung erst einmal geschlossen, muss die Kühllufttemperatur unter 55 bis 60 °C abfallen, bis sie langsam wieder öffnet. Da der Leistungsbedarf eines Lüfters mit zunehmender Drehzahl überproportional ansteigt (mit der dritten Potenz), spart man durch solch eine Einrichtung bei Teillast oder kaltem Motor deutlich Kraftstoff. Führen Verschmutzungen auch bei Teillast zu einer erhöhten Temperatur, so läuft der Lüfter bereits hier mit hoher Drehzahl und benötigt mehr Antriebsleistung. Wird das Viscoventil nicht mechanisch durch ein temperaturabhängiges Bi-Metall, sondern elektronisch gesteuert (z. B. Fendt 900, John Deere 7030), lässt sich die Schaltverzögerung zwischen dem Öffnen und Schließen verkleinern und so die Kühlungseffizienz steigern. Außerdem können dadurch die Kühlkreisläufe unabhängig voneinander die Lüfterdrehzahl steuern. Einen zu 100 % mechanischen, elektronisch stufenlos geregelten Lüfterantrieb verwendet John Deere in der Serie 8030. Das Funktionsprinzip entspricht dem Variator-Antrieb im Mährescher.

Dipl.-Ing. agr. (FH) Christian Wick