

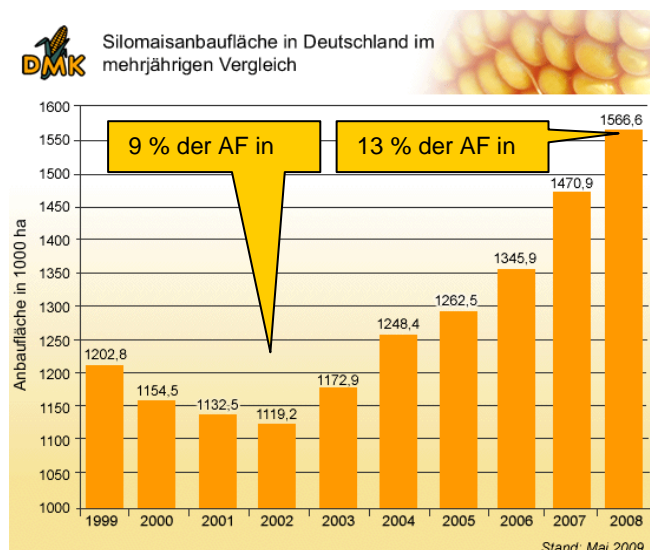
# Nachhaltigkeit im Maisanbau sichern

Thorsten Breitschuh, Ulrich Gernand; VAFB Thüringen

Der Silomaisanbau in Deutschland steht in der Kritik. Erosionsschäden auf Maisflächen und besonders seit der Einführung von ‚Cross Compliance‘ auch die negative Humusbilanz des Silomaisanbaus wurden thematisiert. In der Realität ging die Maisfläche vor allem in Ostdeutschland bedingt durch den Abbau der Tierbestände seit den 90er Jahren ständig zurück. Der geringe Maisanteil an der betrieblichen Ackerfläche bot die Voraussetzung für den Verzicht des Maisanbaus auf hängigen und erosionsgefährdeten Flächen. Die Reproduktion der organischen Bodensubstanz konnte durch organische Düngung oder das verbleibende Getreidestroh meist mehr als ausgeglichen werden. Mais war somit keine Problempflanze, sondern eine Auflockerung der immer weiter steigenden Getreideanteile in der Fruchtfolge, da zeitgleich auch der Anbau von Hackfrüchten und Futterpflanzen zurückging.

Seit dem Jahr 2004 ist ein Wiederanstieg der Silomaisflächen durch den verstärkten Bau von Biogasanlagen zu verzeichnen.

Ungeachtet der auch bei 13% Silomais - Anbauanteil völlig unbedenklichen Situation im Bundesdurchschnitt sind regionale Verwerfungen zu registrieren. Sehr hohe Maisanteile waren bislang in den klimatischen Körnermaisregionen festzustellen. Dort wurden in einzelnen Betrieben bereits ohne Biogasmais bis zu 100%



Anbauanteil erreicht. Neu sind erhöhte Anbaukonzentrationen in Gebieten, wo ein hoher Maisbedarf für Grundfutter und Biogassubstrate zusammen treffen. Extreme Maiskonzentrationen treten im unmittelbaren Umfeld großer Biogasanlagenparks auf.

Diese Renaissance des Maisanbaus für die Bioenergie hat mehrere Ursachen. Mais bringt gegenüber den meisten anderen Energiepflanzen höhere und stabile Energieerträge. Geringe Anbaukosten und nur ein

geringer Bedarf an Spezialtechnik zeichnen ihn aus.

Doch mit dem Anstieg des Maisanbaus wird schnell Kritik laut. Vornehmlich die Umweltverbände warnen vor den negativen Folgen des Maisanbaus. Schlagworte wie „Vermaisung“ oder „Regenwurmsterben“ werden genannt. Der NABU Niedersachsen sieht gar eine „Gefährdung der Existenzgrundlage für Landwirtschaft, Ernährung und Gesellschaft“ durch den Maisanbau.

## Wie gefährlich ist der Mais wirklich für eine nachhaltige Landwirtschaft?

Zur Beantwortung dieser Frage erfolgte eine Auswertung von über 600 Betriebsanalysen, die mit dem in der TLL Jena entwickelten Verfahren „Kriterien der umweltverträglichen Landwirtschaft“ KUL (Breitschuh, G, Eckert, Strümpfel 2008) im letzten Jahrzehnt bewertet worden sind. Im Folgenden werden besonders die Kriterien des Nährstoffhaushaltes, des Bodenschutzes und der Energie- und Treibhausgasbilanzen diskutiert.

### Stickstoff

Mais ist ein sehr guter Stickstoffverwerter. Er vermag insbesondere den Stickstoff aus den organischen Düngern, die im späten Frühjahr ausgebracht werden, effizienter als andere Kulturen nutzen. Mineraldüngeräquivalente von bis zu 60 % sind erreichbar.

Maisbestände können mit ausgeglichenen bis leicht negativen N-Salden zu hohen Erträgen geführt werden. Integriert in Fruchtfolgen mit hohen Anteilen von Raps oder E-Weizen trägt er zur Senkung der betrieblichen N-Salden bei.

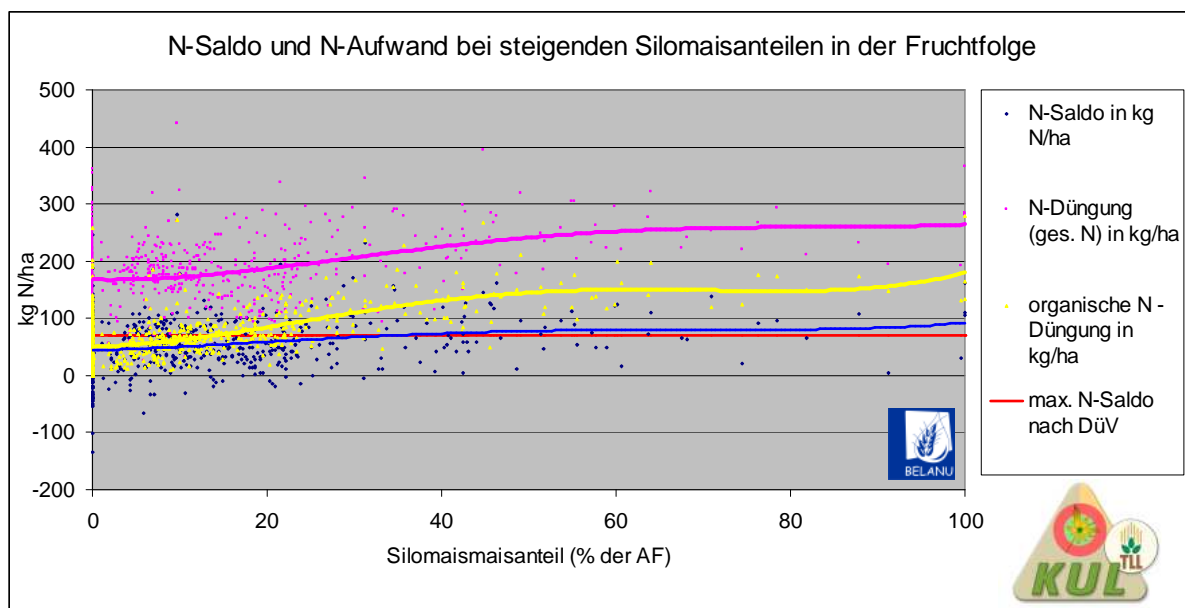
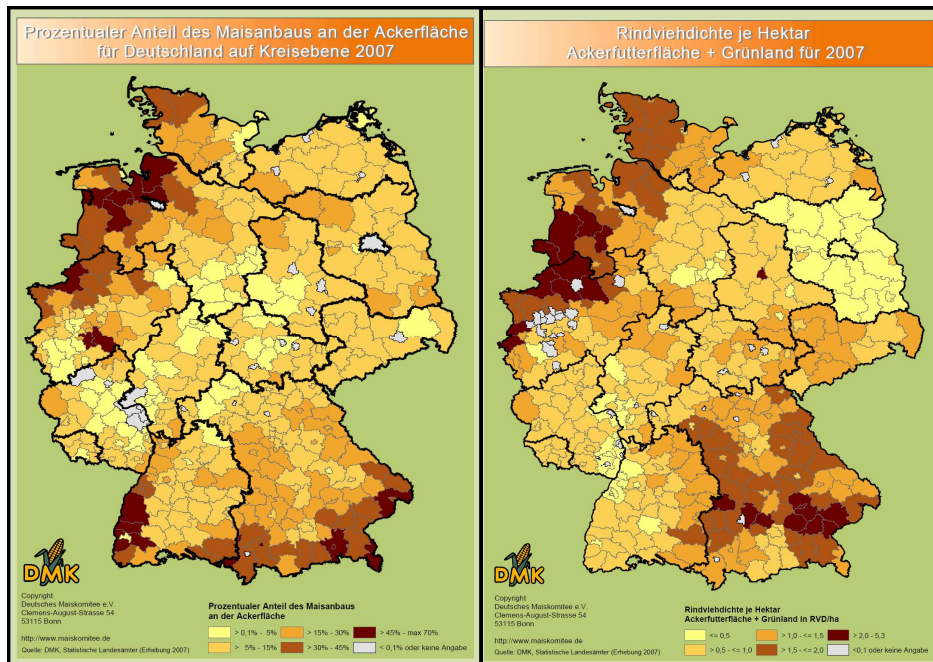


Abb. 1: N-Saldo und D-Düngung im Bezug zum Silomaisanbau

Diesen positiven Effekt nutzen alle Betriebe, die in Abbildung 1 als blaue Punkte unterhalb der roten Linie dargestellt sind. Es ist ersichtlich, dass Betriebe bis zu 100% Silomais mit Stickstoffsalden unterhalb der gesetzlich erlaubten Grenzwerte anbauen. Die breite Streuung der Punkte zeigt aber auch, dass die N-Salden weit mehr vom einzelbetrieblichen Management als vom Anteil einer Fruchtart am Anbau abhängig sind.

Tendenziell ist aber festzustellen, dass der N-Saldo in Betrieben mit hohen Maisanteilen ansteigt. Dies hängt aber vor allem damit zusammen, dass hohe Maisanteile i.d.R. mit einem großen Nährstoffanteil aus organischen Düngern einhergehen, wie der Vergleich der beiden Karten zum Anbauanteil Silomais (links) und zum Rinderbesatz (rechts) deutlich zeigt.



Die bei organischen Düngern zwangsläufig vorhandenen Stickstoffverluste führen zu den höheren N-Überschüssen.

Zudem hat ein zu hoher Maisanteil zur Folge, dass der Stickstoff aus den organischen Düngern, die nach der Maisernte ausgebracht werden, nur noch schlecht ausgenutzt wird.

Zudem hat ein zu hoher Maisanteil zur Folge, dass der Stickstoff aus den organischen Düngern, die nach der Maisernte ausgebracht werden, nur noch schlecht ausgenutzt wird.

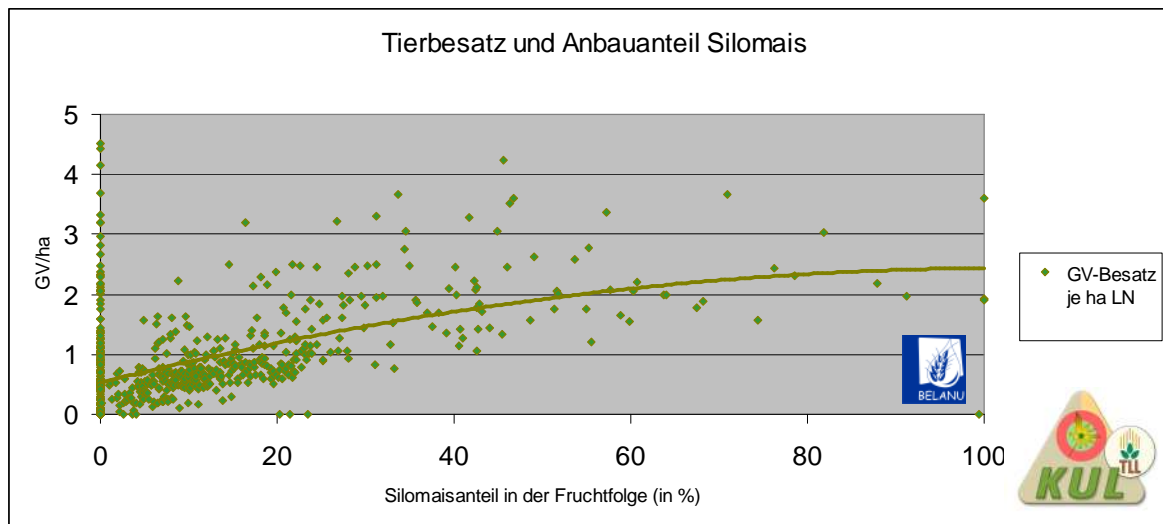


Abb.2: GV-Besatz je ha LN im Bezug zum Silomaisanbau

Wird Mais für die Biogaserzeugung angebaut, so wird der Gärrest vorrangig zum Mais gedüngt. Die je ha Maisfläche anfallende Menge an Biogasgülle entspricht je nach Maisertrag etwa dem Gülleanfall von 1,5 .. 2 GV/ha. Eine optimale Ausnutzung der darin enthaltenen Stickstoffmengen ist jedoch nur möglich, wenn der Gärrest im Rahmen der Fruchtfolge zu verschiedenen Zeiten ausgebracht werden kann (zeitiges Frühjahr – Getreide; danach Mais; im Sommer – Getreidestoppel).

Schlussfolgerung: Der Anbau von Silomais trägt dazu bei, die betrieblichen Stickstoffsalden zu senken. Bis zu welcher Anbaukonzentration diese positive Wirkung des Mais im Betrieb genutzt werden kann, hängt vorrangig vom betrieblichen Düngemanagement ab. Bei hohen Maisanteilen mit vorrangig organischer Düngung besteht die Gefahr, dass aufgrund der dann nicht mehr optimalen Ausbringzeitpunkte der organischen Dünger sich die höheren N-Verluste negativ auf die Stickstoffsalden auswirken.

## Pflanzenschutz

Mais benötigt im Vergleich zu anderen Kulturarten nur geringe Mengen an chemischen Pflanzenschutzmitteln.

Die NEPTUN-Erhebung der BBA belegt, dass Mais bei fast allen Mittelgruppen als auch bei der Summe aller Pflanzenschutzmaßnahmen den geringsten Pflanzenschutzmittelaufwand erfordert (Tab. 1).

Tab. 1:

Behandlungsindex für die Anwendung von PSM im Ackerbau						
Kultur	Anzahl Betriebe	alle Maßnahmen	Fungizide	Herbizide	Insektizide	Wachstumsregler
Mais	489	1,24	0	1,22	0,03	0
Hafer	131	1,63	0,07	0,98	0,33	0,26
Sommergerste	320	2,13	0,72	1,21	0,15	0,05
Triticale	319	2,26	0,46	0,96	0,09	0,74
Winterroggen	332	2,61	0,9	0,85	0,14	0,72
Wintergerste	724	2,76	1,1	1,07	0,1	0,49
Zuckerrüben	382	2,93	0,15	2,59	0,19	0
Raps	644	3,41	0,68	1,18	1,44	0,12
Winterweizen	790	3,74	1,39	1,37	0,36	0,62
Kartoffeln	130	8,56	6,08	1,55	0,94	0

Quelle: Detaillierte Methodik und Ergebnisse zum tatsächlichen Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel im Ackerbau Deutschlands des Projektes NEPTUN 2000 sind in Heft 98 der Reihe "Berichte aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft" (BBA) veröffentlicht.  
aus: <http://www.pestizidreduktion.de/behandlungsindex/behandlungsindices.html>

Bei steigenden Maisanteilen in ganzen Regionen sind jedoch Gefährdungen durch Schädlinge wie dem Maiszünsler oder dem Maiswurzelbohrer und eine negative Beeinflussung von Folgekulturen durch Pilze (z.B. Fusarien bei Weizen) möglich. Hier kann in bestimmtem Umfang durch die konsequente Anwendung ackerbaulicher Maßnahmen wie dem Schlegeln der Stängelreste und der Pflugfurche entgegengewirkt werden. Wenn damit keine ausreichenden Bekämpfungserfolge mehr erreicht werden, sind zusätzliche chemische Schädlingsbekämpfungen erforderlich, die jedoch den oben genannten Vorteil gegenüber anderen Kulturpflanzen beim Insektizideinsatz relativieren.

Schlussfolgerung: Aus Sicht eines reduzierten PSM-Einsatzes wäre ein hoher Maisanteil in der Fruchtfolge empfehlenswert. Dies solange, bis durch steigende Anbauanteile zusätzliche Pflanzenschutzmaßnahmen erforderlich werden.

## Humusbilanz

Nach den Vorgaben des VDLUFA-Standpunktes „Humusbilanzierung“ (2004) gehört Mais zu den Humuszehrern. Je nach Versorgungszustand des Bodens ist mit einem Humusabbau von 560 – 800 kg Humus-C je ha zu rechnen.

Der Humusbedarf des Maises kann entweder über organische Düngung oder über die Erntereste anderer Fruchtarten (z.B. Stroh) ausgeglichen werden. So reichen 20 t Stallmist je Hektar aus, um im Maisanbaujahr einen ausgeglichenen Saldo zu erreichen. Gleiches ist möglich, wenn man bei einem folgenden Winterweizen und ca. 85 dt/ha Ertrag das Stroh auf dem Acker belässt. Den Humusbedarf über Güllegaben zum Mais zu decken, ist schwierig. Bei einer für den Ausgleich der Humusbilanz erforderlichen Güllemenge von 60 - 80 m<sup>3</sup>/ha würden die ausgebrachten Nährstoffmengen den Bedarf des Maises überschreiten.

Bei der Vergärung von Silomais in Biogasanlagen kann man bei einem Ertrag von 450 dt/ha Maissilage ( 32 % TS) mit einer Gärrestrückführung von ca. 35 m<sup>3</sup>/ha (13%) aus der Maissilage rechnen. Der in der Biogasgülle enthaltene Trockenmasseanteil von ca. 4,5 t reicht aus, um die Humuszehrung des Maises auszugleichen.

Schlussfolgerung: Wenn Silomais in einer Biogasanlage vergoren wird, dann ist – ausreichende Erträge vorausgesetzt – eine ausgeglichene Humusbilanz zu erreichen. Die Humusbilanz erfordert demzufolge meist keine Einschränkungen des Anbauanteils in der Fruchtfolge. Wenn Betriebe keine Humusbilanz erstellen wollen, dann ist der maximale Anbauanteil auf 70% begrenzt, um der Cross-Compliance-Forderung von mindestens 3 Kulturarten mit mehr als 15% Anbauanteil zu genügen.

## Erosion

Abhängig von der Vorfrucht liegt der Boden bis zum Bestandsschluss des Maises 6 - 9 Monate ohne Schutz, falls keine Zwischenfrüchte angebaut werden. In dieser Zeit besteht ein erhöhtes Risiko der Wasser- und Winderosion. Der fruchtartenspezifische C-Faktor zur Berechnung der Erosionsgefährdung ist mit 0,35 fast zwölf Mal höher als bei Ackergras (0,03) und dreimal so hoch wie bei Winterweizen (0,12). Mais sollte deshalb vorrangig auf ebenen Schlägen angebaut werden. Erosionsmindernd wirken sich auch der Verzicht auf die Pflugfurche und – wenn ausreichend Niederschläge vorhanden sind – die vorherige Aussaat von Zwischenfrüchten aus. Gute Erfahrungen gibt es beim Anbau von Mais nach den als Futter nutzbaren Fruchtarten Winterfutterroggen oder Ackergras.

Schlussfolgerung: Die Erosionsgefahr wirkt nur bei einer entsprechenden Reliefgestaltung der Schläge einschränkend auf den maximalen Anbauanteil des Maises. Aufgrund der Fachrechtsvorgaben (max. 40% der Fläche dürfen zwischen dem 1.12. und dem 15.2. des Folgejahres gepflügt liegen) ist bei höheren Anteilen an Sommerfrüchten der Mais entweder in Mulchsaat oder nach Zwischenfrüchten anzubauen.

## Fruchtartendiversität

Mais kann in Marktfruchtbetrieben, deren Fruchtfolge immer mehr auf Weizen und Raps eingeengt wird, eine Auflockerung des Anbaus bewirken. Gerade in den vieharmen Ackerbauregionen Ostdeutschlands bringt der Bau von Biogasanlagen mehr Diversität durch die wieder in die Fruchtfolge eingeführte Fruchtart Mais. Problematisch ist die Ausweitung des Maisanteils allerdings in Regionen, die infolge hoher Tierbesatzdichte schon ohne die Biogaserzeugung über große Mengen an organischen Düngern verfügen und zur Futterabsicherung einen großen Teil der Flächen mit Mais bebauen.

Wie bei jeder anderen Fruchtart wirkt sich ein Monokulturanbau negativ auf das Landschaftsbild und die Artenvielfalt aus. Für viele Wildtiere fehlt ohne Fruchtwechsel die Futtermittelversorgung in der Zeit zwischen der Ernte und der Neuaussaat. Ebenso stößt ein reiner Maisanbau auf Widerstand in der Bevölkerung und bei den Naturschutzverbänden.

**Schlussfolgerung:** Um eine ausreichende Vielfalt sicherzustellen, wird durch die Bewertungsvorgaben des KUL-Systems empfohlen, keine Fruchtart auf mehr als einem Drittel der Ackerfläche und insgesamt mindestens vier Kulturen im Betrieb anzubauen.

## Energiebilanzen

Aufgrund der Nutzung der gesamten Pflanze ist der Anbau von Silomais durch einen hohen Energieertrag (angegeben in GJ) je Flächeneinheit (ha) gekennzeichnet. Bei einem Ertrag von 450 dt Mais/ha wird eine Energiemenge von 250 GJ/ha geerntet, bei Getreidekorn (100 dt/ha) sind es 140 GJ/ha. Da Mais gegenüber Raps oder Weizen mit einem vergleichsweise geringen Energieeinsatz in Form von Düngern, Diesel und Pflanzenschutzmitteln auskommt, ergibt sich ein „Energiegewinn“ von 238 GJ/ha. Bei Getreidekorn liegt dieser Wert bei etwa 125 GJ/ha. In dieser Rechnung wird allerdings vernachlässigt, dass der Mais im Gegensatz zum Weizen zum Ausgleich des negativen Humussaldo auf die Rückführung organischer Substanz aus anderen Quellen angewiesen ist.

**Schlussfolgerung:** Der Anbau von Silomais wäre aus energetischer Sicht solange auszudehnen, wie die Humusproduktion gewährleistet werden kann.

## Treibhausgase

Bedingt durch den geringen Betriebsmittelaufwand sind die spezifischen Treibhausgasemissionen des Mais gering. Die Emissionen können unter optimalen Verhältnissen Werte von unter 10 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalente je GJ Produkt erreichen. Unter realen Bedingungen mit einer 70%igen Düngung mit organischen Düngern und einer fast ausgeglichenen Humusbilanz liegen die spezifischen Emissionen immer noch bei unter 18 CO<sub>2</sub>-Äquivalenten je GJ Produkt. (Zum Vergleich: Die Emissionen aus dem Rapsanbau liegen unter günstigsten Bedingungen bei 21 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalenten je GJ Produkt).

Aufgrund der hohen Menge an erntebare Trockenmasse ist der Mais in der Lage, große Mengen an CO<sub>2</sub> (bis zu 20 t/ha) je Flächeneinheit zu fixieren. Durch seine biologischen Besonderheiten als C4-Pflanze verliert er diese Eigenschaft auch nicht unter trockeneren Bedingungen.

Schlussfolgerung: Mit dem Anbau von Silomais kann Biomasse mit geringeren spezifischen THG-Emissionen und einer höheren THG-Bindungsleistung je ha als bei anderen Kulturen bereitgestellt werden. Der Anbauanteil wäre demzufolge auszudehnen.

## Zusammenfassung:

<b>Kriterium</b>	<b>Vorteil Mais</b>	<b>Nachteil Mais</b>
<b>N-Saldo</b>	gute N-Verwertung, beste Ausnutzung des Stickstoffs aus organischen Düngern	Maisanbau oft im Zusammenhang mit großen Mengen organischer Dünger, deshalb in der Praxis zu hohe Stickstoffsalden bei >1,7 GV/ha oder entsprechenden Gärrestmengen
<b>P-Saldo</b>		siehe Stickstoff
<b>Pflanzenschutz</b>	geringer Aufwand an PSM	Gefahr von Schädlingen bei hohen Anbauanteilen, dann ggf. auch steigender Pflanzenschutzaufwand und eine mögliche Beeinträchtigung von best. Folgefrüchten
<b>Humus</b>		Humuszehrer
<b>Erosion</b>		Acker liegt 6 - 9 Monate ohne Bodenbedeckung
<b>Fruchtarten-diversität</b>	Auflockerung enger Weizen – Raps – Folgen	zu hohen Maisanteile führen zu einem monotonen Landschaftsbild und Beeinträchtigungen der natürlichen Fauna und Flora
<b>Energiebilanz</b>	sehr hohe Energieerträge bei geringem Aufwand an Betriebsmitteln	
<b>Treibhausgase</b>	geringe spezifische THG-Emissionen, hohes THG-Bindungspotenzial je Flächeneinheit	

Aus der zusammenfassenden Betrachtung aller genannten Kriterien ergibt sich die Empfehlung, Silomais auf nicht mehr als einem Drittel der Betriebsfläche anzubauen. Damit können die unbestrittenen Vorteile des Mais gut ausgenutzt werden, ohne dass negativen Auswirkungen auf Umwelt und Landschaftsbild eintreten. Regionale und klimatische Besonderheiten können Abweichungen in beide Richtungen von dieser Empfehlung begründen. In den Gebieten mit extremer Nachfrage nach Biomasse für die Bioenergieerzeugung sollte sich die Rohstoffbereitstellung auch aus Gründen der Risikominimierung nicht nur auf den Mais begrenzen. Zwischenfrüchte vor dem Mais in niederschlagsreichen Regionen sowie Ganzpflanzensilage aus Getreide und von mehrjährigen Futterpflanzen bieten neben einer Auflockerung der Fruchtfolge auch die Möglichkeit, die Siloanlagen mehrfach im Jahr zu nutzen und eine gute Ausnutzung der Nährstoffe bei einer Gärrestausbringung im Sommer und Herbst zu erreichen. Die gegenwärtig erforschten „neuen“ Energiepflanzen wie beispielsweise Silphie oder Switchgras können zukünftig ein weiteres Potenzial für Vielfalt beim Anbau von Bioenergiepflanzen bieten.

Aus ökonomischer Sicht birgt ein sehr hoher Silomaisanteil – insbesondere wenn dieser ausschließlich der Versorgung von Biogasanlagen dient - deutliche Gefahren. Die im Jahr 2009 vorhandenen wirtschaftliche Vorteile des Silomaises gegenüber anderen Kulturen können schnell verloren gehen, sollten die Getreidepreise in den nächsten Jahren wieder steigen. Denn im Gegensatz zu dem nur wenig oder gar nicht regulierten Markt für Getreide werden über die EEG - Einspeisevergütung auf absehbare Zeit keine höheren Stromverkaufspreise zu erzielen sein. Auch aus diesem Grund ist eine gute Mischung von Mais mit anderen (Markt-)Früchten im Anbau zu empfehlen.