

Den Genotyp säen - den Phänotyp ernten

Mit reifedifferenten, umweltstabilen Maissorten bei allen Nutzungsrichtungen im Maisanbau zielführend, effizient und nachhaltig sein.

Während der ökophysiologischen Entwicklung der Maisbestände eilt die Kornreife nach der Blüte der zunächst langsameren Abreife der Restpflanze (Status der Alterung des Pflanzengewebes) voraus. Die biotischen und abiotischen Stressfaktoren beeinflussen während der meist dominant vorherrschenden standörtlichen Reife-, Anbau- und Umweltbedingungen (RAU) diese Reifedynamik und folglich das messbare Reifeverhältnis von Korn zu Restpflanze. Aus dem Quotient von Kornreife zu Restpflanzenabreife lässt sich der Silomais-Reifeindex (SRI) als phänologischer Reifeindikator darstellen. Sobald dieses Reifeverhältnis zu stagnieren beginnt, ist ökophysiologisch bedingt, der richtige Erntezeitpunkt (EZP) für jede Maissorte aller Nutzungsrichtungen auf den unterschiedlichsten Standorten im Maisanbau unwiderruflich erreicht. Das Definieren und Erreichen des richtigen EZP ist der **erste Schritt der Gemeinsamkeit aller Nutzungsrichtungen im Maisanbau**.

In Abhängigkeit von der Stärke der RAU-Bedingungen und Umweltstabilität der Sorte kann dieser richtige EZP bereits in der Not-, Ernte- oder wünschenswert erst Silierreife (optimale Maisreife, $SRI \Rightarrow 2,6$) endgültig vorliegen. Selbst in der Notreife ($SRI < 1,0$) ist durch differenzierte Reifekontrolle das maximal mögliche Reifeverhältnis anzustreben und zu ermitteln, um weitere Verluste auf dem Feld, im Silo und Stall zu umgehen. In dieser Auseinandersetzung der Sorte mit ihrer Umwelt wird auch der reifespezifische Sortentyp (dry down, synchron, stay green) generiert und sichtbar. Er ist keinesfalls eine genetisch fixierte Eigenschaft bzw. Konstante, wie es auch die Siloreifezahlen der Maissorten überhaupt nicht sein können. In Sortenprüfungen werden alle Maissorten zur gleichen Zeit geerntet, ohne für eine Sorte den richtigen EZP ermitteln zu können. Die derzeitige Sorteneinstufung ist dahingehend kontraproduktiv, indem die produktivsten, umweltstabilsten Sorten für alle Nutzungen als spätreifender eingestuft werden und dadurch ungerechterweise im geringeren Umfang zum Anbau kommen. Eine robuste Sorte vom ursprünglich synchron abreifenden Typ kann, durch ihre phänotypische Stabilität bedingt, einer stay green Maispflanze zur Ernte entsprechen. Deshalb ist dieser Reifeprozess im Rahmen der Bestandesführung zwingend erntenah sowie in witterungsbedingt angemessenen Abständen zu beobachten, wiederholt differenziert nach Korn und Restpflanze zu messen. Dies sollte ohne Hilfe Dritter im eigenen Betrieb möglich sein. Danach kann der Ernteablaufplan und die Zuordnung der Maisschläge zu den Siloanlagen erstellt und die Ernte verlustarm durchgeführt werden. Standfester Körnermais sollte zwecks weitestgehender Abgabe der Kornrestfeuchte weiter auf dem Feld verweilen, um vermeidbare Trocknungskosten und Kornbruchverluste auf ein Minimum zu reduzieren.

Die Mais(**Rest**)pflanze ohne Kolben (**MoK**) hat in allen Verfahrensabschnitten der Maisproduktion die alles entscheidende, stoffwechselaktive und ökophysiologisch „produktive“ Funktion. Sie ist keineswegs ökophysiologisch, siliertechnisch, alimentär oder verwertungsseitig zweitrangig. Die Bezeichnung „Restpflanze“ ist deshalb irreführend und keineswegs fachlich (pflanzenphysiologisch, verwertungsseitig) begründet. Für die Entwicklung der Maisbestände bis zur standortgerechten Ernte sowie darüber hinaus ist die Vitalität der Restpflanze bzw. deren genetische Variabilität die Grundlage des ökonomischen

und ökologischen Erfolges bei allen Nutzungsrichtungen sowie letztlich sogar ausschlaggebend für die gesellschaftliche Akzeptanz eines sich ausdehnenden Maisanbaus. Der Silomais-Reifeindex übertrifft in jeder Hinsicht die Kompetenz des TM-Gehaltes von Korn bzw. Gesamtpflanze als Reifeindikator und ermöglicht eine Phänotypisierung im gesamten Maisanbau (Tabelle 1).

Phänotypisierung der Produktivität

Das somit ermittelte **Reifeverhältnis von Korn zu Restpflanze (SRI)** kann bei mehrmaliger Wiederholung vor der Ernte über den richtigen EZP, den Reifezustand und –zuwachs der einzelnen Maisschläge bzw. deren Erntefolge Auskunft geben. Ähnlich können Lohnunternehmer oder Biogaslieferanten ihre Erntefolge organisieren bzw. vor der Ernte nochmals aktualisieren, überarbeiten und endgültig festlegen. Darüber hinaus gibt der SRI eine Information, ob die aktuelle **Sortenwahl der reifedifferenten Maissorten** standortbezogen und damit effizient und nachhaltig war. Sorten mit hohem SRI sind eher in der Lage ihre genetisch fixierte Sortenleistung in den folgenden Anbaujahren zu bestätigen.

Diese Wiederholbarkeit sollte dem Anbauer zunächst wichtiger als die Leistung sein. Die Kombination dieser beiden Merkmale verbindet der Anbauer mit dem eigentlichen Sinn der Sortenwahl. In Abhängigkeit vom erreichten SRI ist ferner eine quantitative Einstufung des aktuellen **Sortentyps** (langsam abreifend, synchron oder schnell abreifende Restpflanze) möglich.

Der SRI ist in der Lage, die **Standorteignung der Sorte** auf Grund ihrer **Umweltstabilität** gegenüber allen denkbaren Einflüssen der Witterung und Schadeinwirkungen auf dem jeweiligen Standort zu dokumentieren. Es ist mit dem SRI auch eine quantitative Bewertung der spezifischen **Produktions- und Anbauverhältnisse** möglich. Zum Beispiel, welchen Einfluss hatte die Düngung oder welche Auswirkung hat eine um zwei Wochen spätere Ernte von Silo- oder Energiemais durch den Lohnunternehmer?

Letztlich können alle **Umwelteinflüsse**, wie die der Jahre (kritische Maisjahre mit niedrigem SRI waren 2003 und 2006 wegen der Trockenheit), die Standorte (Bodengüte oder pauschale Nährstoffversorgung der Schläge im Betrieb) quantifiziert und ferner eine Wertung der **Aussagekraft des heute verwendeten TM-Gehaltes der Gesamtpflanze** für die standortbezogene Sortenleistung vorgenommen werden.

Das **derzeitige Reife- und Prüfsystem der nutzungsspezifischen Klassifikation** der Sorten ist nur für gut versorgte Böden bei geringen Umwelteinwirkungen aus ökonomischer und ökologischer Sicht eingeschränkt aussagekräftig. Es ist überfordert, wenn die üblichen und alle denkbar möglichen Praxisbedingungen eintreten. Bei schlechter werdenden Anbauverhältnissen (SRI von 2,78 zu 2,33 bis 1,72) verlangsamt sich der Stoffwechsel der Maisbestände. Die Kornreife ist dann weit von der physiologischen entfernt. Dies beeinflusst den **Stärkegehalt** von Siliermais gravierend. Beim Körnermais wird massiv der **kornbruchfreie Ertrag** beeinflusst. Diese gehemmte Entwicklung im Maisanbau basiert auf der Ineffizienz der Stoffwechselleistung der Restpflanze. Ihr Vitalbereich von weniger als 24 % TM wird mit schlechter werdenden Anbauverhältnissen deutlich überschritten. Der Futterwert liegt dann sichtbar im pathobiochemischen Bereich und kann letztlich den Einsatz der Maissilage in der tierarten- sowie leistungsbezogenen Fütterung partiell einschränken. Allein am **Energieertrag**, als gemeinsamer Ausdruck von Qualität und Ertrag, soll der **Differenzbetrag** zwischen der günstigen und extrem ungünstigen Umweltgruppe selbst bei

optimalem Reifegrad von 32 % TM in der Gesamtpflanze dargestellt werden. **Er beträgt 18,1 GJ NEL je Hektar.**

Ein **Milchviehbetrieb** mit einer Jahresleistung von 8000 kg je Kuh würde mit dieser Nettoenergie 3620 kg Milch erzeugen können.

Dieser **Milcherzeugungswert ist mit 1086 € je ha** (bei 0,30 € je kg Milch) gleichzusetzen.

Bei bundesweiter Betrachtung der Maisanbauflächen sind derzeit reifsystembezogen enorme **fiskale Verluste, bei gleichzeitig unkontrolliertem Tier- und Verbraucherschutz, umstrittener Nachhaltigkeit sowie mangelhafter Bodenhygiene** zu erwarten.

Diese Nachteile entstehen denjenigen Betrieben, die dem TM-Gehalt der Gesamtpflanze ausschließlich Glauben schenken und unter extrem ungünstigen Anbauverhältnissen Milch aus angeblich optimal ausgereiftem Mais produzieren. In meiner langjährigen Beratungspraxis habe ich viele Betriebe kennengelernt, die konsequenterweise gezwungen waren, den erforderlichen **Energieausgleich mit Kraftfutter** vorzunehmen. Dieser Schritt ist teuer und keineswegs wiederkäuergerecht. Mit dem DRA-System können die Verluste wirkungsvoll eingeschränkt und durch die **erhöhte Aufnahme an strukturreicherem Grundfutter** mit moderatem Energie- und Stärkegehalt in der Milchkuhfütterung Kraftfutter eingespart werden.

Vergleichbare Verluste in diesem Zusammenhang treten in der **Energiewirtschaft** von mehr als 1000 Kubikmeter Methan je Hektar (~ 1000 Liter Heizöläquivalent) auf.

Das Erreichen des agroökoeffizienten Referenzreifepunktes (SRI von 2,8) im Maisanbau ist der **zweite Schritt der Gemeinsamkeiten aller Nutzungsrichtungen** und gleichzeitig die zwingende Bestätigung, dass die Sortenwahl standortgerecht war:

Der Genotyp zur Aussaat entspricht in diesem Fall idealerweise dem Phänotyp zur Ernte mit weitem Reifeverhältnis von Korn zu Restpflanze im Bereich der physiologischen Kornreife.

Die Fokussierung ausschließlich auf reifedifferente Maissorten im gesamten Maisanbau bedeutet eine drastische Reduzierung des derzeitigen Maissortimentes auf das betrieblich notwendige Maß.

Der permanente Rückgang des TM-Gehaltes der Gesamtpflanze bis zum maximalen Reifeverhältnis (SRI von 3,34), infolge anhaltender Vitalität der Mais(Rest)pflanze, hat eine essentielle Bedeutung für die weitere Steigerung der Maissilageaufnahme bei Wiederkäuern, insbesondere bei **Kühen mit hoher Grundfutter- und Lebensleistung.**

Grundfutterleistung

Die Abbildung 1 gibt über die Zusammenhänge zwischen der Maissilageaufnahme bei Kühen und dem Reifeverhältnis (SRI) detailliert Auskunft. Der Einfluss der Verdaulichkeit auf die Futteraufnahme und Tierleistung ist groß, jedoch keineswegs allein bestimmend. Die Verdaulichkeit von 70,6 % findet zur Ernte bei einem SRI von 2,64 ihr Maximum im Bereich des Silieroptimums. Im weiteren Verlauf fällt die Verdaulichkeit um 2 %-Punkte, da die Gehalte an Gerüstsubstanzen gleichzeitig ansteigen und die Strukturwirksamkeit der Maissilage erhöhen. Das Minimum im Rohfasergehalt von 17,6 % liegt bei einem SRI von 2,61 vor und ist damit noch bedarfsgerecht für die Wiederkäuerfütterung. Mit zunehmendem Reifeverhältnis bis zum SRI von 3,3 steigt der Rohfasergehalt auf 19,1 % an. Bei einem mittleren Rationsanteil an Maissilage von 6,2 kg TM je Kuh und Tag steigt dennoch die tägliche Maissilageaufnahme zu Lasten von Kraftfutter bei Beginn des Silieroptimums (SRI =

2,6) von 14,9 auf 17,3 kg je Kuh bis zum maximalem Reifeverhältnis (SRI = 3,3) sehr hoch signifikant an. Aspekte der besseren Schmackhaftigkeit (optimaler Reifegrad der Restpflanze), Pflanzengesundheit (Carotin, Mykotoxinfreiheit) und Strukturwirksamkeit (bedarfsgerechter Gehalt an Gerüstsubstanzen) korrelieren sehr eng mit dem Rückgang des TM-Gehaltes der Maissilage, wenn gezielt reifedifferente, umweltstabile Maissorten im **Bereich der physiologischen Kornreife anstelle der Teigreife** angebaut und geerntet werden sowie zum Fütterungseinsatz gelangen. Die Futteraufnahme von Maissilage der Hochleistungskühe mit erhöhter Lebensleistung ist von komplexer ernährungsphysiologischer Natur und nicht nur von der Verdaulichkeit abhängig. Von gleicher Abhängigkeit sind die Gehalte an umsetzbarer bzw. Nettoenergie in Bezug zum Reifeverhältnis (SRI).

Bereich der optimalen Maisreife

In der Tabelle 2 werden Erwartungswerte der **Reifedynamik, Erträge und Silierverluste** für den Bereich der optimalen Maisreife stoffwechselaktiver Pflanzen ausgewiesen. Mit zunehmendem Reifeverhältnis (SRI) von 2,6 bis 3,3 sinken die TM-Gehalte der Gesamtpflanze von 35 auf 30 %. Der Reifegrad der Gesamtpflanze gewinnt in Verbindung mit einer zweiten Kennzahl, zum Beispiel mit dem Silomais-Reifeindex, essentiell an der notwendigen Aussagekraft. Auch der Futterwert von Silomais verändert seine alimentären Eigenschaften von nutritiv zu diätetisch bei diesem ausgewiesenen Reifeverhältnis. Pathobiochemisch bedingte Gesundheitsstörungen der Wiederkäuer sind bei diesem Reifeverhältnis auszuschließen. In diesem Bereich der optimalen Maisreife ist auch mit einer zunehmenden Kornhärte zu rechnen, die zur Verbesserung der Pansenstabilität der Stärke der Maissilage, ähnlich der von Feuchtmais von 25 anstelle von 15 %, beitragen kann. Beim Körnermais hat der Anbauer mit einem Rückgang des Bruchkornanteils beim Drusch und einer hohen industriellen Stärkeausbeute zu rechnen. Von fundamentaler Bedeutung für den Maisanbau ist, dass die Kornreife auf gleichem physiologischem Niveau von 63 % verweilt, während der TM-Gehalt der Restpflanze sich von 24 auf 19 % signifikant verändert.

Die Ertragssituation gestaltet sich so, dass bereits zu Beginn der optimalen Maisreife (SRI von 2,6) die Parameter Frisch- und Trockenmasse, umsetzbare sowie Nettoenergie ihr Maximum aufweisen. Der Maximalertrag an Methangas wird annähernd zum Referenzreifepunkt (SRI = 2,79) erreicht.

Es kann angenommen werden, dass die Silierverluste mit abnehmendem Reifegrad im Bereich der optimalen Maisreife geringfügig größer werden.

In der Tabelle 3 werden relevante **Futterwerte** bei optimaler Maisreife als Erwartungswerte ausgewiesen. Mit zunehmendem Reifeverhältnis werden die nutritiven Futtereigenschaften der Maissilage moderater. Im Einzelnen betrifft das den Energie- und Stärkegehalt, die geringfügig abnehmen. Demgegenüber steigt der Rohfasergehalt von 17,6 auf 19,1 % an. Er hat damit sowohl eine negativ nutritive als auch positiv diätetische Wirkung. Während der steigende Gehalt an Rohfaser die Verdaulichkeit und den Energiegehalt geringfügig senkt, steigert er durch den zunehmenden Gehalt an Gerüstsubstanzen die Strukturwirksamkeit der Maissilage von reifedifferenten Sorten. Speichelsekretion, Wiederkauaktivität, Puffervermögen im Pansen, Verdauungsvorgänge und Fermentationsprodukte in Menge sowie Muster werden durch die bessere Futterstruktur gefördert. Letztlich sind durch das weitere Reifeverhältnis (SRI) von Korn zu Restpflanze der Status der Pflanzengesundheit, wie

hohe Carotingehalte und Mykotoxinfreiheit, verbessert worden, der auf die Tier- und Verbrauchergesundheit, aber auch auf die Bodenhygiene für die nachfolgende Fruchtart nach Mais, direkten Einfluss ausüben kann.

Tabelle 4 weist Erwartungswerte der **Fütterung, Sortenwahl** und **Umwelt** im Bereich der optimalen Maisreife in Abhängigkeit vom Reifeverhältnis (SRI) aus.

Die Verdaulichkeit, als enzymlösliche organische Substanz (ELOS) ausgedrückt, sinkt mit zunehmendem SRI geringfügig. Korrespondierend mit der Verdaulichkeit fällt die tägliche Energieaufnahme aus der Maissilage von 31,4 auf 29,9 MJ NEL je Kuh ab. Demgegenüber steigt dennoch die tägliche Maissilageaufnahme selbst bei mittlerem Rationsanteil (6,2 kg TM), wie bereits erwähnt, von 14,9 auf 17,3 kg je Kuh zwangsläufig zu Lasten von Kraftfutter. Bei höherem Maisanteil (12,0 kg TM/Kuh/Tag) ist folglich dieser Effekt in der Grundfutteraufnahme höher und noch bedeutungsvoller. Dieser aufgezeigte Zusammenhang ist **ein bedeutender futterwirtschaftlicher Schritt zur Leistungssteigerung und Gesunderhaltung der Kuhbestände** bei den heutigen Anforderungen an den Stoffwechsel der Tiere und erhöhter Anflutung von pansenstabiler Bypassstärke aus Maissilage von reifedifferenten Sorten, ohne dass die Tierbestände bei hohen Maisanteilen in der Ration übermäßig verfetten bzw. akute Probleme bei der Pansenverdauung bekommen.

Für die **nutzungsspezifische Sortenwahl** kann der vereinende Schluss gezogen werden, dass es keine wesentlichen reifespezifischen Sortenunterschiede für die vier Hauptnutzungsrichtungen gibt. Generell ist dem Sortentyp mit weitem Reifeverhältnis (maximaler SRI) zwischen Korn und Restpflanze der zweifelsfreie Vorrang in der Reihenfolge der Nutzung für Gas, Korn, Mast und Milch zu geben. Die niedrigsten TM-Gehalte in der Gesamtpflanze sollte die Maissilage von extrem reifedifferenten, umweltstabilen Sorten für die Milcherzeugung aufweisen. Im Umkehrschluss ist die „trocknere“ Maissilage von 33 % TM für die Maximierung der Biogasproduktion, entgegen der derzeitigen Meinung, erforderlich. Notwendige Additive bzw. Supplemente im Rahmen der Rationsgestaltung sind bei allen mikrobiellen Vorgängen sinnvoll, um die physiologischen Umsetzungsprozesse der mikrobiell fermentierbaren, organischen Substanzen im Pansen als auch Fermenter zu optimieren. Dies ist aber nicht die vorrangige Aufgabe des Maisanbauers. **Silomais ist mangelndes Protein, Mineral- und Wirkstoffen kein Alleinfuttermittel.**

Die Methangasausbeute sinkt geringfügig mit zunehmendem Reifeverhältnis. Die signifikante Hauptwirkung auf den Gasertrag hat jedoch die Ertragssteigerung im Maisanbau bis zum Referenzreifepunkt. Da die umweltbedingten Unterschiede zwischen den Hauptnutzungsrichtungen im Maisanbau, betrifft auch die Produktion von Maissilage für die Rindermast, zu vernachlässigen sind und generell der Referenzreifepunkt (SRI von 2,8) angestrebt bzw. erreicht werden sollte, kann in Betrieben mit mehreren Produktionsrichtungen aus einem Silo die Maissilage entnommen werden.

Für die Körnermaisproduktion sind ebenfalls extrem reifedifferente Maissorten mit hohem Kornpotenzial und angemessener Standfestigkeit gefragt, bei denen die Kornfüllung auf physiologischem Weg abgeschlossen werden kann. Danach ist in der weiteren Feldphase die Restfeuchte nach den standörtlichen Gegebenheiten auf Werte von unter 20 % herabzusetzen. Die sich anschließende technische Trocknung auf lagerfähige TM-Gehalte von 86 % ist bei dieser Vorgehensweise kostenminimiert.

Abgeschlossen werden kann die Betrachtung über die **optimalen Maisreife** mit den Aspekten der Umweltbelastung. Das N-Belastungsrisiko im Boden zur Ernte ist am niedrigsten bei Erreichen des Referenzreifepunktes. Kritische N-Werte des Maisbestandes als düngungsbezogener Indikator für die Umweltbelastung haben den Nachteil, dass sie sehr stark vom Ertragspotenzial des Standortes abhängig und damit als variabel zu betrachten sind. Im Bereich der optimalen Maisreife ist auch mit keinem Sickersaftaustritt zu rechnen, da der Grenz-TM-Gehalt bei Silomais von 28 % nicht unterschritten wird.

Merkmalskennung durch den SRI

Die Abbildung 2 gibt abschließend einen Überblick der Multifunktionalität des Silomais-Reifeindex im Dynamischen Reife- und Analysesystem für den gesamten Maisanbau. Der SRI erweist sich dabei als phänologischer Reife-, Stress- und Selektionsindikator.

Neben der **exakten Reifebestimmung und -ermittlung vor bzw. zur Ernte** können die Reproduzierbarkeit der Sortenleistung, der Sortentyp, die Standorteignung, die Produktionsbedingungen sowie die Einflüsse der Umwelt durch diesen Agrar- und Umweltindikator charakterisiert und quantifiziert werden.

Diese Merkmalskennung ist Grundlage für die sich anschließende **standortgerechte Sortenwahl** ausschließlich umweltstabiler Maissorten mit stabiler Sortenleistung für alle Nutzungsrichtungen im Maisanbau. Mit wenigen, genetisch annähernd identischen Sorten kann auf reduzierter Maisfläche mehr geerntet werden. Darüber hinaus kann durch dieses strenge Auswahlverfahren das unüberschaubare Maissortiment, durch die Fokussierung auf Sorten mit hoher phänologischer Stabilität (SRI) bei allen Nutzungsrichtungen sowie auf jedem Standort bedarfsgerecht im Sinne der Maisanbauer, auf das Notwendige reduziert werden.

Das DRA-System schließt neben der TM-Bestimmung von Korn und Restpflanze mittels Schnellbestimmungsgeräten in der Hand der Maisanbauer den zukunftssträchtigen Einsatz von Häckslern mit NIRS-Technik nicht aus, sondern unterstützt durch eine zwingend notwendige, erntenahe Bestandesführung im Vorfeld der Maisernte das gemeinsame Anliegen, die Verfahren zur Erzeugung und Verwertung aller Maisprodukte zu optimieren.

Autor: Dr. Reinhard Amler, Angersdorf,
amler.dr@gmx.de

Tabelle 1: Phänotypisierung des Produktivitätsniveaus, ökophysiologische Reifedynamik bei unterschiedlichen Reife-, Anbau- und Umwelt (RAU)-Bedingungen und Aussagekraft des optimalen Reifegrades im Siliermaisbau

Reifegrad von Siliermais optimal		RAU-Bedingungen: Ausprägung:	1. Umwelteinflüsse (Jahr, Standort, Phänotyp-Gruppen)					
			günstig		ungünstig		extrem ungünstig	
TM-Gehalt der Gesamtpflanze			2. Produktions- und Anbauverhältnisse, z. B.					
			Versuchsstandorte günstig		viele Praxisstandorte ungünstig		Trocken- und Grenzlagen extrem ungünstig	
%	Parameter	Einheit	3. Standorteignung u. Stresstoleranz der Sorte					
			günstig		ungünstig		extrem ungünstig	
			4. reifespezifischer Sortentyp					
			stay green		synchron		dry down	
			SRI* $\geq 2,6$		$< 2,6 \geq 2,0$		$< 2,0$	
			absolut	relativ	absolut	relativ	absolut	relativ
32	Korn-TM	%	62,2	100	58,9	95	53,3	86
	TM der Restpflanze	%	22,3	100	25,2	113	31,0	139
	Silomais-Reifeindex	SRI	2,78	100	2,33	84	1,72	62
	Stärkegehalt	%	33,7	100	29,6	88	20,8	62
	Energiegehalt	MJ NEL kg ⁻¹ TM	6,65	100	6,48	97	6,48	97
	Energieertrag	GJ NEL ha ⁻¹	106,7	100	101,5	95	88,6	83
	Methanausbeute	l kg ⁻¹ oTS	307,5	100	298,3	97	302,0	98
	Methanertrag	m ³ ha ⁻¹	5029,3	100	4866,5	97	3962,6	79

* Silomais-Reifeindex (SRI) = % TM-Gehalt im Korn / % TM-Gehalt der Restpflanze, zum Beispiel: agroökoeffizienter Reifepunkt (SRI = 2,8)

zungen

Vergleich (Differenz)
günstig zu extrem ungünstig
günstig zu extrem ungünstig
günstig zu extrem ungünstig
stay green zu dry down
absolut
8,9
-8,7
1,06
12,9
0,17
18,1
5,5
1066,7

Tabelle 2: **Reifedynamik, Erträge und Silierverluste bei optimaler Maisreife*
im Dynamischen Reife- und Analysesystem**

Kategorie / Parameter	Einheit	optimal	Referenz- Reifepunkt	maximale Reife	
TM-Gehalt der Gesamtpflanze	%	35	33	32	30
Silomais-Reifeindex (SRI)	% TM Kornreife / % TM Restpflanzenabreife	2,6	2,8	3,0	3,3
Reifedynamik					
Kornhärte		**	***	****	****
Kornreife	%	62,9	63,2	63,2	62,9
Restpflanzenabreife	%	24,0	22,5	21,4	19,0
Erträge					
Frischmasse (30 % TM)	t ha ⁻¹	59,5	59,3	58,6	56,2
Trockenmasse	dt ha ⁻¹	178,4	177,9	175,7	168,7
umsetzbare Energie	GJ ME ha ⁻¹	179,4	178,6	175,5	166,6
Nettoenergie	GJ NEL ha ⁻¹	108,5	108,0	106,0	100,3
Methangas	m ³ ha ⁻¹	4927,2	4954,0	4912,8	4723,2
Silierung					
Silierverluste	%	****	****	***	**
Einstufungsnote:	* (4) mangelhaft	** (3)	*** (2)	**** (1) sehr gut	

* Erwartungswerte

Tabelle 3: **Futterwert bei optimaler Maisreife* im Dynamischen Reife- und Analysesystem**

Kategorie / Parameter	Einheit	optimal	Referenz- Reifepunkt	maximale Reife	
TM-Gehalt der Gesamtpflanze	%	35	33	32	30
Silomais-Reifeindex (SRI)	% TM Kornreife / % TM Restpflanzenabreife	2,6	2,8	3,0	3,3
Futterwert					
<i>nutritiv</i>		****	****	***	**
Energiegehalt	MJ NEL kg ⁻¹ TM	6,66	6,65	6,62	6,52
Stärkegehalt	%	33,5	33,7	33,6	32,6
Rohfasergehalt	%	17,6	17,7	18,1	19,1
<i>diätetisch</i>		**	***	****	****
<i>Strukturwirksamkeit</i>					
Rohfasergehalt	%	17,6	17,7	18,1	19,1
NDF (Hemizellulose, Zellulose, Lignin)	g kg ⁻¹ TM	421	437	462	518
ADF (Zellulose, Lignin)	g kg ⁻¹ TM	202	207	216	236
ADL (Lignin)	g kg ⁻¹ TM	25	26	28	30
<i>Pflanzengesundheit</i>					
Carotingehalt	mg kg ⁻¹ TM	26,6	28,0	29,4	31,6
Zearalenongehalt	mg kg ⁻¹ TM	0,02	0,01	0,00	0,00

Einstufungsnote: * (4) mangelhaft

** (3)

*** (2)

**** (1) sehr gut

* Erwartungswerte

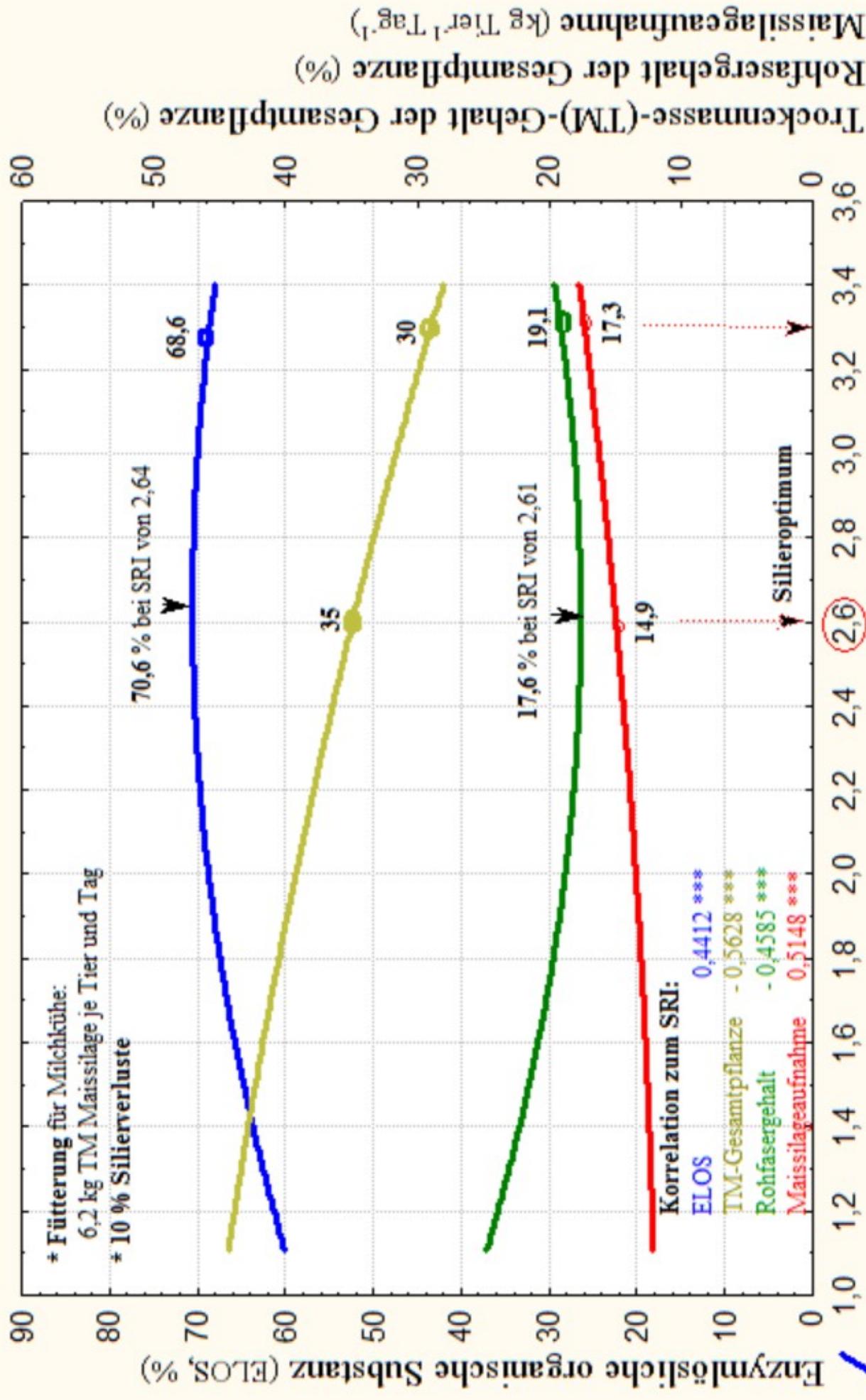
Rohfasergehalt hat zweifache Wirkung

Tabelle 4: **Fütterung, Sortenwahl und Umwelt bei optimaler Maisreife***
im Dynamischen Reife- und Analysesystem

Kategorie / Parameter	Einheit	optimal	Referenz- Reifepunkt	maximale Reife	
TM-Gehalt der Gesamtpflanze	%	35	33	32	30
Silomais-Reifeindex (SRI)	% TM Kornreife / % TM Restpflanzenabreife	2,6	2,8	3,0	3,3
Fütterung					
Verdaulichkeit (ELOS)	%	70,6	70,5	70,0	68,6
Maissilageenergieaufnahme	MJ NEL Kuh ⁻¹ Tag ⁻¹	31,4	31,2	30,8	29,9
Maissilageaufnahme (Rationsanteil: 6,2 kg TM Tier ⁻¹ Tag ⁻¹)	kg Kuh ⁻¹ Tag ⁻¹	14,9	15,5	16,2	17,3
nutzungsspezifische Sortenwahl					
Milch	kg Kuh ⁻¹ bzw. ha ⁻¹	***	****	****	****
Mast	kg Rind ⁻¹ bzw. ha ⁻¹	***	****	****	***
Korn	dt ha ⁻¹	**	***	****	****
Gas	m ³ ha ⁻¹	***	****	***	***
<i>Methangausbeute</i>	<i>l kg⁻¹ oTS</i>	306	304	302	298
Umweltbelastung					
N-Belastungsrisiko	kg ha ⁻¹	48,1	36,8	41,4	78,4
Silosickersaftaustritt		****	****	***	**

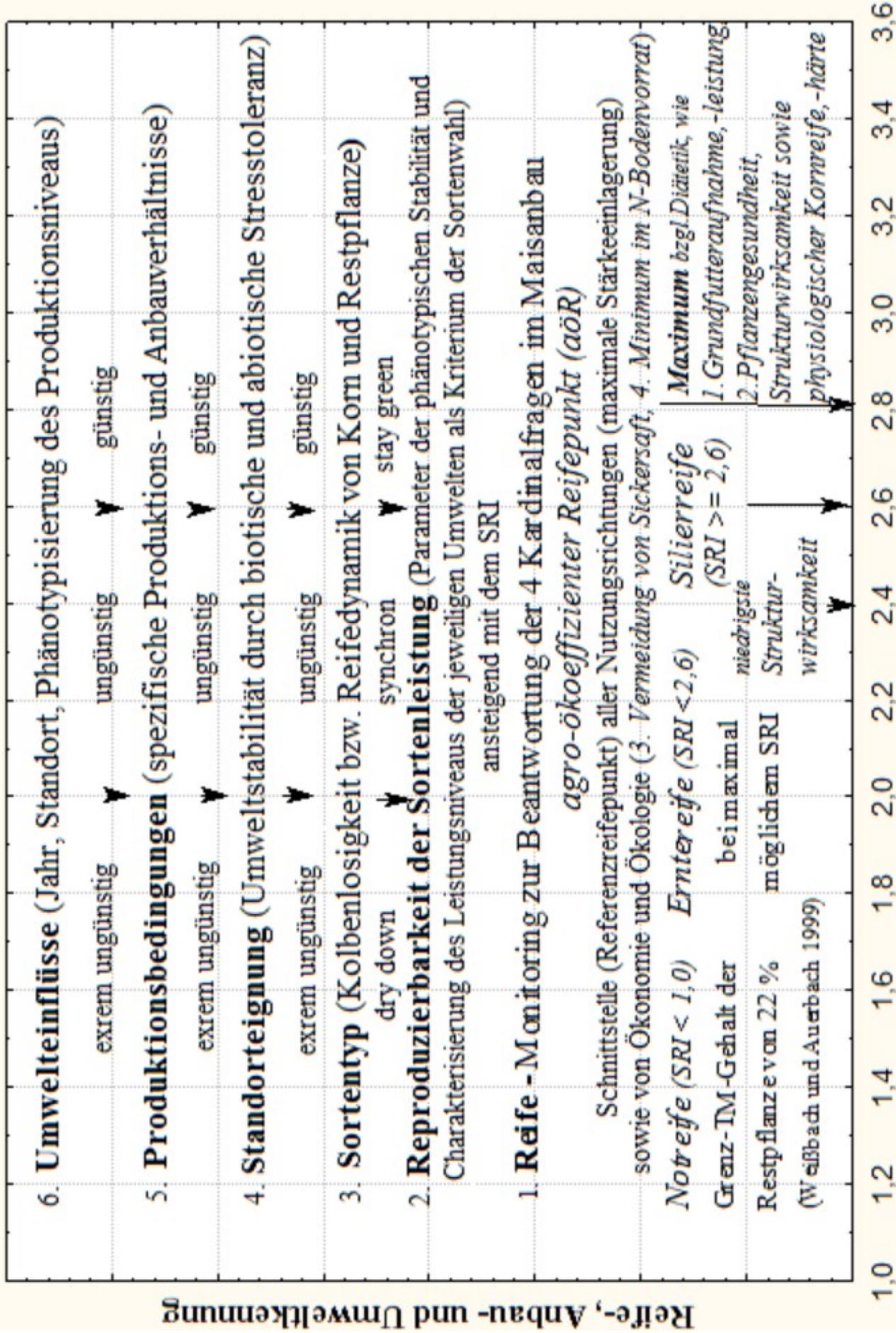
Einstufungsnote: * (4) mangelhaft ** (3) *** (2) **** (1) sehr gut

* Erwartungswerte



Silomais-Reifeindex, SRI (% TM-Gehalt im Korn / % TM-Gehalt der Restpflanze)

Abbildung 1: Verdaulichkeit (ELOS), Strukturwirksamkeit (Rohfasergehalt), Reifegrad (TM-Gehalt) von Silomais und Maissilageaufnahme bei Kühen in Bezug zum Reifeverhältnis (SRI) von Korn zu Restpflanze



Silomais-Reifeindex (SRI = % TM-Gehalt im Korn / % TM-Gehalt der Restpflanze)
 Abbildung 2: Quantifizierung der Merkmale im Silo-, Energie- und Körnermaisbau durch den multifunktionalen Reife-, Anbau- und Umweltindikator (SRI)