



EC128

# Hagelschäden an Sojabohnen

Robert N. Klein, Extension Western Nebraska Crops Specialist

Charles A. Shapiro, Extension Soils Scientist — Crop Nutrition

Übersetzung: Zentrum für Sojaanbau; Taifun-Tofu GmbH

Veröffentlicht mit freundlicher Genehmigung der University of Nebraska Lincoln

Hagelschäden können bei Sojabohnen Ertragsverluste verursachen, die von leichten Schäden bis hin zum Komplettausfall der Ernte reichen. Zur Vorhersage der Auswirkungen auf die Sojaerträge wurden umfangreiche Studien durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Studien werden von Versicherern genutzt, um Ertragsverluste zu bewerten und Anpassungen für die Kunden vorzunehmen. Die Informationen in diesem Rundschreiben sollten für Erzeuger wertvoll sein, die vor der Entscheidung über einen Umbruch mit Neuaussaat stehen. Ebenso können die Informationen bei der Bewertung von Insektenschäden nützlich sein.

Die Vorhersage von Ertragsverlusten basiert auf zwei Faktoren:

a) dem Wachstumsstadium zum Zeitpunkt des Schadens und b) dem Grad der Pflanzenschädigung. Zur Erfassung von Hagelschäden werden Pflanzenschäden in die folgenden Kategorien unterteilt: Bestandsreduzierung, Blattverluste, Schäden am Stängel und Hülsenschäden. Zusätzlich vermindern jegliche Pflanzenschäden und Pflanzenverluste die Konkurrenzkraft des Bestandes. Frühe Schäden und Bestandsverluste verursachen die größten Ertragseinbußen durch Beikräuter.

## Bestimmung der Wachstumsstadien von Sojabohnen

Eine genaue Bestimmung des Wachstumsstadiums ist notwendig, um hagelbedingte Ertragseinbußen zu beurteilen. Die Veröffentlichung der Iowa State University „Soybean Growth and Development (PM1945)“<sup>1</sup> beschreibt in hervorragender Weise die Wachstumsstadien von Sojabohnen.

Die Informationen zu den Wachstumsstadien in Tabelle 1 sind dieser Veröffentlichung entnommen. Das System der Sojabohnen-Wachstumsstadien unterteilt die Pflanzenentwicklung in vegetative (V) und reproduktive (R) Stadien. Die vegetativen Stadien sind nummeriert, je nachdem wie viele voll entwickelte Dreiblätter vorhanden sind. Die Reproduktionsstadien (R) beginnen mit der Blüte und umfassen die Hülsenentwicklung, die Hülsenfüllung und die Abreife der Pflanzen.







Determinierte Sojasorten beenden das vegetative Wachstum mit dem Beginn der Blüte, während indeterminierte Sorten während den Reproduktionsstadien weiterwachsen. In Nebraska werden beispielsweise überwiegend indeterminierte Sorten angebaut.

Bei der Bestimmung des Wachstumsstadiums des Bestandes sollten mindestens 50% der Pflanzen in einem bestimmten Wachstumsstadium oder darüber hinaus sein.









<sup>1</sup> Eine Kopie dieser 29-seitigen, voll colorierten Publikation kann auf der Website des **Iowa State University Extension Distribution Center** unter

[http://extension.agron.iastate.edu/soybean/production\\_growthstages.html](http://extension.agron.iastate.edu/soybean/production_growthstages.html) oder unter der Rufnummer (515) 294-5247 bestellt werden.

Tabelle 1: Die folgenden Beschreibungen und Abbildungen stammen aus der Iowa State University Extension Publikation Soybean Growth and Development (PM 1945).

Vegetative Wachstumsstadien	
	
<p><b>VE</b> <b>Feldaufgang</b> — Keimblätter stoßen durch die Erdoberfläche</p>	<p><b>VC</b> <b>Einzelne Blätter</b> — Die unifoliaten Blätter entfalten sich</p>
	
<p><b>V1</b> <b>Erstes Dreiblatt</b> — Ein Dreiblatt ist entfaltet</p>	<p><b>V2</b> <b>Zweites Dreiblatt</b> — Zwei Dreiblätter sind entfaltet</p>
	
<p><b>V4</b> <b>Viertes Dreiblatt</b> — Vier Dreiblätter sind entfaltet</p>	<p><b>V6</b> <b>Sechstes Dreiblatt</b> — Sechs Dreiblätter sind entfaltet <b>ntes Dreiblatt</b> — Das V-Stadium setzt sich mit der Entfaltung der Dreiblätter fort. Die endgültige Anzahl der Dreiblätter hängt von der Sorte sowie den Umweltbedingungen ab.</p>

## Reproduktive Wachstumsstadien

	
<p><b>R1</b> <b>Begin Blüte</b>— Die Pflanzen haben mindestens eine offene Blüte an einer beliebigen Blattachsel.</p>	<p><b>R2</b> <b>Vollblüte</b> — An der obersten Blattachsel findet sich eine offene Blüte</p>
	
<p><b>R3</b> <b>Begin Hülsenansatz</b>— Hülsen erreichen eine Größe von 5 mm an einer der vier obersten Blattachselen</p>	<p><b>R4</b> <b>Vollständiger Hülsenansatz</b> — Hülsen erreichen eine Größe von 2 cm an einer der vier obersten Blattachselen</p>
	
<p><b>R5</b> <b>Begin Hülsenfüllung</b> — Samen erreiche eine Größe von 3 mm in den Hülsen an einer der vier obersten Blattachselen am Haupttrieb</p>	<p><b>R6</b> <b>Vollständige Hülsenfüllung</b> — Hülse an einer der vier obersten Blattachselen am Haupttrieb ist vollständig mit grünen Samen gefüllt</p>
	
<p><b>R7</b> <b>Begin Reife</b>— Eine normale Hülse am Haupttrieb hat die Farbe einer reifen Hülse erreicht</p>	<p><b>R8</b> <b>Vollreife</b> – 95% der Hülsen haben die Farbe einer reifen Hülse erreicht</p>

## Bestimmung des Ertragsverlustes

Die Schätzung von Ertragsminderungen erfolgt in mehreren Schritten, je nach Wachstumsstadium und Ausmaß des Schadens. Der folgende Abschnitt erklärt die wichtigsten Schadenskategorien und ihre Berechnung. Das

### Bestandsreduzierung

Die Bestandsreduzierung ist ein Maß für die Anzahl der durch das Hagelereignis zerstörten Pflanzen. Der Pflanzenbestand vor dem Hagelereignis wird mit dem verbleibenden Bestand 7 bis 10 Tage nach dem Unwetter verglichen, um die Ertragseinbußen durch die Bestandsreduzierung zu bestimmen. Die Hagel-Referenzkarten haben eine maximale Ausgangspopulation von 310.000, da die Ertragssteigerung über diesem Wert bei gleichmäßigem Pflanzenabstand gering ist.

Um den Bestand vor dem Unwetter zu bestimmen, zählen Sie die ursprüngliche Anzahl der Pflanzen in einem Meter in einer Reihe. Wiederholen Sie diesen Schritt mehrmals auf dem gesamten Feld, um eine repräsentative Stichprobe zu erhalten. Rechnen Sie nun den durchschnittlichen Bestand pro 1 Meter Reihe in Pflanzen pro Hektar um, indem Sie die folgende Formel nutzen:

$$\frac{\text{ØAnzahl Pflanzen pro m}}{\text{Reihenabstand in m}} * 10.000 \\ = \text{Anzahl Pflanzen pro ha}$$

Wenn der Anfangsbestand nicht bestimmt werden kann, gehen Sie zu einem Feld in der Nähe, das mit der gleichen Sämaschine bei

Arbeitsblatt auf Seite 8 enthält ein Beispiel, das zeigt, wie man eine geschätzte Ertragsminderung bestimmt. Die Ergebnisse hängen von vielen Faktoren ab und geben nur Schätzwerte wieder. In den meisten Fällen sollten die Ergebnisse allerdings innerhalb von 10 Prozent der endgültigen Ertragsreduzierung liegen.

gleicher Saatstärke mit dem gleichen Saatgut gesät wurde, und bestimmen Sie den Bestand an diesem Standort. Es wird empfohlen, den Pflanzenbestand auf allen Feldern kurz nach dem Auflaufen zu bestimmen, damit Sie diese Informationen bei Bedarf nutzen können, um Hagelschäden zu bestimmen und andere Entscheidungen über die Bewirtschaftung zu treffen.

Bestimmen Sie nach dem Hagelereignis den verbleibenden vitalen Pflanzenbestand mit demselben Verfahren.

Ursprünglicher und endgültiger Pflanzenbestand werden verwendet, um Ertragsverluste aufgrund von Bestandsreduzierungen zu schätzen (Tabelle 2). Tabelle 2 gilt für alle vegetativen Wachstumsstadien, d. h. vor Beginn der Blüte. Bestandsverluste während der reproduktiven Stadien reduzieren den Ertrag proportional, d. h. 1 Prozent Ertragsverlust für jedes Prozent Bestandsreduzierung.

Tritt der Hagel spät in der Saison auf, sodass Hülsen beschädigt werden, schätzen Sie den Prozentsatz der beschädigten Fläche an den Hülsen. Wenn der verbleibende Bestand 300.000 oder mehr beträgt und gleichmäßig ist, gibt es in der Regel nur geringe Verluste. Beikräuter können allerdings ein größeres Problem sein, da die Konkurrenzkraft verringert ist.

Tabelle 2: Prozentuale Verluste durch Bestandsreduzierungen (alle Bestandsangaben in 1.000 Pflanzen / ha)

Ursprünglicher Bestand	Verbleibender Bestand											
	300	275	250	225	200	175	150	125	100	75	50	25
	"----- Prozent -----"											
310	1	3	6	10	14	18	24	30	36	44	54	65
300	0	1	5	9	13	17	23	29	35	43	53	64
275		0	3	7	11	15	21	27	33	41	51	62
250			0	3	7	11	17	23	29	37	45	59
225				0	3	7	13	19	25	33	43	55
200					0	4	10	16	22	30	40	52
175						0	6	12	18	25	35	48
150							0	7	13	20	30	45
125								0	8	16	25	41
100									0	11	23	39

### Blattverlust/Defoliation

Die Entlaubung wird als Prozentsatz der durch den Sturm zerstörten Blattfläche gemessen. Blattgewebe, das weiterhin photosynthetisch aktiv ist, zählt nicht als zerstörte Blattfläche. Forschungsergebnisse haben gezeigt, dass der Blattverlust während der vegetativen Phase kaum Auswirkungen auf den Ertrag hat. Bei indeterminierten Sorten wird der Blattverlust nur in den Reproduktionsstadien gemessen.

Um den Umfang der zerstörten Blattfläche zu bestimmen, untersuchen Sie jedes exponierte Blatt und schätzen Sie die Blattfläche, die vor dem

Sturm vorhanden war (es besteht die Tendenz den Prozentsatz zu überschätzen, daher sollte jedes Blatt einzeln untersucht werden). Bestimmen Sie bei 20 Pflanzen das Wachstumsstadium und schätzen Sie den Prozentsatz der zerstörten Blattfläche. Die Durchschnittswerte werden mit Tabelle 3 (für indeterminierte Sorten) oder Tabelle 4 (für determinierte Sorten) verglichen, um die geschätzte prozentuale Ertragsminderung aufgrund des Blattverlustes zu ermitteln.

Tabelle 3: Prozentualer Ertragsverlust indeterminierter Sojasorten durch den Grad der Entlaubung

Wachstumsstadium	Defoliation (% zerstörte Blattfläche)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
R1-2	0	2	3	5	6	7	9	12	16	23
R3	2	3	4	6	8	11	14	18	24	33
R4	3	5	7	9	12	16	22	30	39	56
R5	4	7	10	13	17	23	31	43	58	75
R6	1	6	9	11	14	18	23	31	41	53

Tabelle 4: Prozentualer Ertragsverlust determinierter Sojasorten durch den Grad der Entlaubung

Wachstums- stadium	Defoliation (% zerstörte Blattfläche)									
	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
V9-V12	0	0	0	0	4	5	7	8	9	10
R1-R2	0	0	0	6	11	13	15	20	32	40
V13-Vn	0	0	0	3	8	9	11	14	19	25
R3	0	0	5	7	12	14	17	25	40	50
R4	0	5	7	9	12	16	19	30	43	76
R5	3	5	8	11	15	18	23	35	50	84
R6	2	4	6	8	11	13	17	25	36	62

Tabelle 5: Prozentuale Ertragsminderung bei Sojabohnen in Abhängigkeit abgetrennter Nodien (Anzahl der abgetrennten Nodien als Prozentsatz der Gesamtnodienzahl)

Wachstums- stadium	% abgetrennte Nodien						
	5	15	25	35	45	55	65
V1-Vn	0	1	3	5	7	11	18
R1-R2	1	4	7	9	12	16	23
R2,5	2	6	10	14	18	24	32
R3	3	9	14	19	25	32	41
R3,5	4	12	19	27	35	43	53

Tabelle 6: Prozentuale Ertragsminderung bei Sojabohnen in Abhängigkeit abgeknickter Nodien (Anzahl der abgeknickten Nodien als Prozentsatz der Gesamtnodienzahl)

Wachstums- stadium	% abgetrennte Nodien						
	5	15	25	35	45	55	65
V1-Vn	0	0	1	2	3	5	8
R1-R2	0	1	2	4	6	10	14
R2,5	1	3	6	9	11	16	20
R3	2	6	10	14	17	21	25
R3,5	2	8	13	18	23	28	33

## Schäden am Stängel

Schäden am Stängel werden weiter unterteilt in abgetrennte Stängel (vollständig abgetrennte und von der Pflanze entfernte Stängel) und gebogene oder umgeknickte Stängel. Zur Bestimmung des Ausmaßes der Schäden am Stängel wird die Anzahl der Nodien oberhalb des Keimblattknotens, die zum Zeitpunkt des Schadens vorhanden sind, gezählt. Schätzen Sie nun die Anzahl der Nodien, die von der Pflanze abgetrennt wurden.

Zählen Sie die Anzahl der Nodien oberhalb des abgebrochenen oder umgeknickten Teils des

Stängels. Trennen Sie die Anzahl der abgetrennten Nodien von der Anzahl der Nodien an abgeknickten Stängeln. Pflanzen, die beschädigt sind, aber noch stehen, werden nicht gezählt. Erfassen Sie auf diese Weise eine Stichprobe von 20 Pflanzen, dann vergleichen Sie die Durchschnittswerte mit Tabelle 5 (für abgetrennte Nodien) und Tabelle 6 (für Nodien an umgeknickten Stängeln). Diese Tabellen liefern eine Schätzung des prozentualen Ertragsverlusts aufgrund von Schäden am Stängel. Die prozentualen Ertragseinbußen durch

abgetrennte und umgeknickte Stängel, sowie Entblätterung werden addiert, um den prozentualen Pflanzenschaden zu erhalten.

## Berechnung des tatsächlichen Hagelschadens

Der direkte Schaden ist die Summe der Ertragsverluste durch Bestandsminderung und Hülsenschäden (falls zutreffend). Der Pflanzenschaden - die Summe der Verluste aufgrund von abgebrochenen Stängeln und Entlaubung - wird mit dem verbleibenden Prozentsatz des Bestands multipliziert, um den Pflanzenschaden zu berechnen. Der tatsächliche Hagelschaden ist die Summe aus direkten Schäden und Verlusten durch Pflanzenschäden. Beschädigungen sind zu Beginn der Saison schwer abzuschätzen, können aber später zu Problemen führen. In der Regel ist es ratsam, Maßnahmen zurückzustellen, damit die

Genauigkeit der Verlustschätzung verbessert werden kann.

Das Arbeitsblatt kann verwendet werden, um den prozentualen Ertragsverlust zu schätzen. Es enthält ein Beispiel und eine Spalte, in die Sie Ihre Zahlen eintragen können. In dem Beispiel wird angenommen, dass ein Sojabohnenfeld im R1-Stadium durch Hagel beschädigt wurde. Der Bestand wurde von 15 Pflanzen pro Meter in einer Reihe auf 10 Pflanzen reduziert. Entblätterung und Stängelschäden sind angegeben. Es gab keine Schäden an den Hülsen.

Tabelle 7: Schematisches Arbeitsblatt zur Erfassung von Hagelschäden

<b>Ertragsverluste Arbeitsblatt</b>			
	<b>Datum des Sturms:</b> _____	<b>Beispiel</b>	<b>Ihre Zahlen</b>
1.	Wachstumsstadium (Tabelle 1)	R1	
2.	Bestandesreduzierung		
	a) Ursprüngliche Anzahl Pflanzen pro Meter	15	
	b) Reihenweite in m	0,5	
	c) Ursprünglicher Bestand (in Pflanzen/ha) $(15/0,5) \times 10.000$	300.000	
	d) Finale Anzahl Pflanzen pro Meter	10	
	e) Finaler Bestand $(10/0,5) \times 10.000$	200.000	
	f) Prozentualer Restbestand $200.000/300.000 = 0,67$	67%	
	g) Ertragsverlust (Tabelle 2)	13%	
	h) Ertragsverlust durch Hülsenschäden	0%	
	i) Gesamter direkter Schaden (2g + 2h)	13%	
3.	Defoliation (nur R-Stadien)		
	a) Durchschnittliche zerstörte Blattfläche	60%	
	b) Ertragsverlust (Tabelle 3 bzw. 4)	7%	
4.	Stängelschäden		
	a) Gesamtanzahl Nodien oberhalb des Keimblattknotens an 20 Pflanzen vor dem Sturm	100	
	b) Anzahl vollständig abgetrennter Nodien an 20 Pflanzen	35	
	c) Prozentualer Anteil abgetrennter Nodien $(35/100) \times 100\%$	35%	
	d) Ertragsverlust (Tabelle 5)	9%	
	e) Anzahl Nodien an abgeknicktem oder umgebogenen Teil des Stängels	55	
	f) Anteil abgeknickter oder umgebogener Nodien $(55/100) \times 100\%$	55%	
	g) Ertragsverlust (Tabelle 6)	10%	
5.	Verluste durch Pflanzenschäden $[(3b + 4d + 4h) \times 2f/100]$ oder $[(7\% + 9\% + 10\%) \times 0,67]$	17,40%	
6.	Tatsächlicher Ertragsverlust (Direkter Schaden [2i] + Pflanzenschäden [5.]) oder $13\% + 17,4\%$	30,40%	

Diese Anleitung ist als allgemeiner Leitfaden für die Bewertung von Sojabohnen-Ertragsverlusten durch Hagelschäden konzipiert. Einzelne Versicherungsgesellschaften können die endgültige Bestimmung des Ertragsverlusts auf einen späteren Zeitpunkt in der Saison verschieben. Auch wenn die Entlaubung zu Beginn der Saison ziemlich verheerend aussieht, haben Untersuchungen gezeigt, dass sich Sojapflanzen unter günstigen Wachstumsbedingungen erholen können.

Diese Anleitungen werden laufend überarbeitet, sobald weitere Forschungsergebnisse verfügbar sind. Spezifische Vorhersagen sollten geschulten Hagelsachverständigen überlassen werden.



## Danksagung

Dieses Rundschreiben (UNL Extension) basiert auf dem System, das von der National Crop Insurance Association entwickelt wurde (Veröffentlichung Nr. 6302, Soybean Loss Instruction Rev. 1985). Die ehemaligen Extension Specialists Todd Peterson und Dale Flowerday haben zum ursprünglichen NebGuide zu diesem Thema beigetragen.

Diese Veröffentlichung wurde einem peer-review Verfahren unterzogen.

Veröffentlichungen der UNL Extension sind verfügbar online unter <http://extension.unl.edu/publications>.