

## Salatsorten unter Trockenstressbedingungen im ökologisch bewirtschafteten Folienhaus, Frühjahr 2022 + 2023

### Die Ergebnisse – kurzgefasst

Die LVG Heidelberg prüfte im Frühjahr 2022 und 2023 sieben Salatsorten in unterschiedlichen Trockenstressbedingungen und ermittelte den tatsächlichen Wasserverbrauch, die durchschnittlich zu erzielenden Erträge, sowie die Unterschiede zwischen den Sorten. Im Sortenmittel zeigte sich, dass mit durchschnittlich etwa 50 % des üblichen Wasserverbrauchs zwischen 70 und 90 % des Frischmasseertrags der optimal bewässerten Variante im geschützten Salatanbau erzielt werden konnten. Ertragstechnische Schwankungen der Sorten zwischen den Anbaujahren sind neben Wasser auch auf andere Umweltfaktoren (Licht, Temperatur, etc.) zurückzuführen. Mit Blick auf die einzelnen Sorten erzielte die grüne Bataviasorte 'Feraga' (EZ) und der grüne Kopfsalat 'Pazmanea' (RZ) insgesamt die höchsten Erträge in allen Bewässerungsvarianten. Allerdings reagierte 'Feraga' (EZ) mit am sensibelsten auf ein kühleres und dunkleres Frühjahr und den damit verbundenen geringeren Wassergaben. Der grüne Eichblatttyp 'Cerbiatta' (Bi), sowie rote Bataviatyp 'Clarinski' (RZ) erwiesen sich ertragstechnisch eher resilient bei veränderten Umweltbedingungen, wenn auch mit insgesamt eher niedrigeren Erträgen als die Vergleichssorten. Außerdem stellten sich die Sorten 'Clarinski' (RZ), sowie 'Saragossa' (Bi) als durchweg gesund und ohne abiotische Schäden dar.

### Versuchsfrage und Versuchshintergrund

Ohne Bewässerung in der Regel keine Gemüsekulturen - viele Betriebe müssen sich dem Thema effiziente Bewässerung heute und in Zukunft vermehrt stellen. Denn in Folge des Klimawandels steigt der Bewässerungsbedarf laut Prognosen vielerorts und zurückgehende Wasserressourcen machen eine effiziente Wassernutzung auch im Frühjahr im Gewächshaus mittelfristig unumgänglich. Neben wassersparender Technik und intelligenter Steuerung, können auch trockenstresstolerante Sorten ein Baustein sein, um der Herausforderung Wassereinsparung entgegenzutreten.

Daher prüfte die LVG Heidelberg im Frühjahr 2022 und 2023 sieben Salatsorten in unterschiedlichen Trockenstressbedingungen und ermittelte den tatsächlichen Wasserverbrauch, die jeweils durchschnittlich zu erzielenden Erträge, sowie die Unterschiede zwischen den Sorten hinsichtlich Frischgewicht, marktfähigem Ertrag und Stresstoleranz bzw. Schäden (Tab.1 + Tab.2).

### Ergebnisse im Detail

#### **Wetterdaten und Wasserverbrauch**

Geerntet wurde in beiden Anbaujahren neun Wochen nach Pflanzung. Das Wetter innerhalb des jeweiligen Kultivierungszeitraums unterschied sich hinsichtlich Temperatur und Sonnenscheindauer deutlich (Tab. 3). Der Anbauzeitraum in 2022 war insgesamt wärmer und zeichnete sich durch wüchsig, warme Bedingungen und eher trockene Luft aus. Während das Frühjahr 2023 eher durch kühle

## Salatsorten unter Trockenstressbedingungen im ökologisch bewirtschafteten Folienhaus, Frühjahr 2022 + 2023

Witterung mit deutlich weniger Sonnenstunden gekennzeichnet war. Auch die Bodentemperaturen waren eher kühl und feucht. Dies führte zu einem geringeren Wasserbedarf/m<sup>2</sup> in der V1-Variante (120 hPa) in 2023 (79,4 L/m<sup>2</sup>) gegenüber 2022 (111,1 L/m<sup>2</sup>). Der Wasserverbrauch pro kg Frischmasse lag in der V1-Variante bei 13,99 L/kg FM (2022) bzw. bei 13,46 L/kg FM (2023). In den reduzierten Varianten V2 und V3 wurden im Jahr 2022 lediglich 36,5 und 43,8 %, in der V4-Variante nur 6,0 % des Wasserbedarfs/m<sup>2</sup> gegenüber der V1-Variante verwendet. Überraschender Weise lag der Wasserbedarf der reduzierten Varianten im kühleren Anbaujahr 2023 prozentual etwas höher. Der Wasserverbrauch pro kg Frischmasse der V4-Variante war im Anbaujahr 2023 doppelt so hoch (3,6 L) wie in 2022 (1,9 L). Die V2- und V3-Variante unterschieden sich hinsichtlich des Wasserverbrauchs (40,6 - 48,7 L/m<sup>2</sup>) nur gering in den beiden Anbaujahren (Tab. 4).

### **Durchschnittlich zu erzielende Erträge 2022 und 2023 - Bataviasorten**

Die Differenz zwischen den Sorten innerhalb der Bewässerungsvarianten war im Frühjahr 2023 nicht so stark ausgeprägt wie in 2022. Im Anbaujahr 2023 fielen dafür die Erträge insgesamt geringer aus (Abb.1). Vergleicht man nur die Bataviasorten liegt das Sortenmittel der Frischmasseerträge in der optimal bewässerten V1-Variante (120 hPa) bei 597,3 g/Kopf in 2022, während 2023 das durchschnittliche Kopfgewicht bei 443,9 g/Kopf liegt. Das entspricht relativ ca. 75 % des Kopfgewichtes im Anbaujahr 2022. Betrachtet man den Wasserverbrauch in 2023 liegt dieser bei knapp 71,5 % gegenüber 2022 und kann damit das geringere Ertragsniveau erklären. Allerdings wäre eine höhere Wassergabe auf Grund der Licht-, Temperatur-, und Bodenverhältnisse in 2023 nicht angebracht gewesen, da mit Vernässung des Bodens, Versickerung und mit vermehrten Schaderregerdruck zu rechnen gewesen wäre. Dementsprechend kann der geringere Ertrag ebenso auf die kühle Witterung mit wenig Licht, andere Bodenverhältnisse und weitere Faktoren zurückgeführt werden. Ähnlich verhält es sich in den reduzierten bzw. Trockenstress-Varianten (Tab. 5).

Vergleicht man die V2-Variante (bewässert nur bei jedem zweiten Gießvorgang von V1) mit der optimal versorgten V1-Variante gemittelt über beide Anbaujahre, konnte mit durchschnittlich 44,8 % des Wasserbedarfs ein Ertragsniveau von 78,2 % gegenüber V1 erreicht werden. In der reduzierten Variante V3 (250 hPa) verhielt es sich ähnlich. Mit durchschnittlich 51,4 % des Wasserverbrauchs konnten Frischmasseerträge von 87,3 % gegenüber V1 erzielt werden. Selbst in der Trockenstress-Variante V4 wurde mit nur 6-12 % des Wasserbedarfs von Variante V1 Frischmasseerträge mit einem durchschnittlichen Kopfgewicht von ca. 200 g (rel. 45 %) produziert. Insgesamt kann festgehalten werden, dass mit durchschnittlich etwa 50 % des üblichen Wasserverbrauchs zwischen 70 und 90 % des Frischmasseertrags der optimal bewässerten Variante im Sortenmittel des geschützten Salatanbaus erzielt werden konnte (Abb. 2).

Der Anteil der gesunden, marktfähigen Ware lag im Anbaujahr 2022 je nach Variante und gemittelt über die Sorten zwischen 90,1 und 92,7 % und im Anbaujahr 2023 zwischen 86,2 und 92,8 % (Tab. 6).

## Salatsorten unter Trockenstressbedingungen im ökologisch bewirtschafteten Folienhaus, Frühjahr 2022 + 2023

### Sortenspezifische Erträge (Abb.1 + Tab. 6)

#### Feraga (EZ) – grüner Batavia

Mit Blick auf die Bataviasorten brachte die grüne Sorte 'Feraga' (EZ) in beiden Anbaujahren und in allen Varianten die höchsten Frischmasseerträge auf die Waage. Allerdings reagierte sie auf die geringeren Gaben Wasser, ebenso wie die übrigen Sorten, mit reduzierten Erträgen. In der optimalen Variante V1 wurden im wärmeren Anbaujahr 2022 durchschnittlich 735 g/Kopf erzielt. Im Anbaujahr 2023 waren es lediglich 462 g/Kopf. Die geputzten, marktfähigen Erträge lagen durchschnittlich bei 639 g/Kopf und 407 g/Kopf. Insgesamt reagierte die Sorte 'Feraga' (EZ) am stärksten auf die veränderten Umweltfaktoren in 2023, d.h. weniger Licht, geringere Temperatur und entsprechend weniger Bewässerung. Insbesondere in der reduzierten Variante (V3) reagiert die Sorte auf diese Bedingungen mit einzelnen zu kleinen Pflanzen. Ebenso traten vereinzelt Fäulnis und Blattränder auf. In 2022 hingegen wurden zwar höhere Erträge erzielt, aber in allen Varianten, insbesondere in Variante V1 und V3 wurden Blattränder an ca. 60 % der geernteten Köpfe festgestellt. Die Köpfe mussten entsprechend stärker ausgeputzt werden.

#### Clarinski (RZ) – rot-grüner Batavia

Die rot-grüne Bataviasorte 'Clarinski' (RZ) bildete in 2023 mit 447 g FM/Kopf bzw. 403 g/Kopf marktfähigem Ertrag aus, während im wärmeren Jahr 2022 insgesamt höhere Erträge erzielt wurden (523 g FM/Kopf). Insgesamt bzw. im Vergleich zu den anderen Bataviasorten erreichte 'Clarinski' (RZ) eher niedrigere Erträge, war aber durchweg gesund und wüchsig und reagierte wenig auf die sich ändernden Umweltbedingungen wie Licht und Temperatur und entsprechend weniger Wasser.

#### Saragossa (Bi) – grün-roter Batavia

Auch die Sorte 'Saragossa' (Bi) neigte ähnlich wie die rote Sorte 'Clarinski' (RZ) zu geringeren Erträgen im Vergleich zu den übrigen Sorten. Das höchste Frischgewicht erzielte sie in der V1 Variante im Anbaujahr 2022 mit durchschnittlich 507 g/Kopf Frischmasseertrag. Der marktfähige Ertrag lag bei 438 g/Kopf. Dennoch reagierte 'Saragossa' (Bi) am wenigsten auf die sich ändernden Umweltbedingungen bzw. Wasserverfügbarkeit. Ebenso wie 'Clarinski' (RZ) stellte sich 'Saragossa' (Bi) als durchgehend gesund und ohne abiotische Schäden dar.

#### Maravilla de Verano (Bi) – grün-roter Batavia

'Maravilla de Verano' (Bi) lag hinsichtlich des Frischmasseertrag in der V1-Variante in 2023 mit 'Saragossa' (Bi) gleichauf und reagierte gleichermaßen in den reduzierten Varianten. Im Anbaujahr 2022 erzielte sie mit 615 g/Kopf den höchsten Ertrag in der V1- und V2-Variante nach 'Feraga' (EZ). Der durchschnittliche marktfähige Ertrag lag bei 576 g/Kopf. Überraschender Weise reagierte die Sorte in der V1- und V2-Variante vermehrt mit Blatträndern. In der V1-Variante waren an etwa 30 % Köpfe und in der V2-Variante an 12,5 % der Köpfe Blattränder zu verzeichnen und mussten dementsprechend ausgeputzt werden. In der V3 und V4 Variante waren keine Blattränder zu erkennen. Im Jahr 2023 konnte dieser Varianten-Effekt nicht festgestellt werden.

## Salatsorten unter Trockenstressbedingungen im ökologisch bewirtschafteten Folienhaus, Frühjahr 2022 + 2023

---

### Nolanie (RZ) – grüner Batavia

Die grüne Sorte 'Nolanie' (RZ) lag in den meisten Fällen ertragstechnisch im Mittelfeld und reagierte in der V1- und V2-Variante ähnlich sensibel auf die kühleren und lichtärmeren Umweltbedingungen wie 'Maravilla de Verano' (Bi). Allerdings erzielte 'Nolanie' (RZ) in der reduzierten V3- (250 hPa) und in der Trockenstressvariante V4 einen ähnlich hohen Ertrag wie die ertragsstarke 'Feraga' (EZ). Während in 2022 lediglich die V2 Variante Blattränder zeigte, stellte sich im Anbaujahr 2023 die V2 Variante ohne Schäden dar, obwohl die anderen Varianten vereinzelt Schäden durch Fäulnis oder zu kleine Pflanzen aufwiesen.

### Cerbiatta (Bi) – grüner Eichblatt (Sondertyp)

Im Anbaujahr 2022 musste der Eichblatt-Typ 'Cerbiatta' (Bi) eine Woche vor den anderen Sorten geerntet werden, da er unter den warmen Bedingungen bereits in KW 17 vermehrt Blattränder aufwies. Dementsprechend lag der Frischmasseertrag von 418 g/Kopf in V1 etwas unter dem der übrigen Sorten, die eine Woche mehr Zeit hatten Ertrag zu bilden. Daher ist die Sorte 'Cerbiatta' (Bi) im Anbaujahr 2022 ertragstechnisch nur bedingt mit den anderen Sorten vergleichbar. In 2023 war die Sorte ertragstechnisch mit der roten Sorte 'Clarinski' (RZ) zu vergleichen und reagierte kaum auf die sich ändernden Umweltbedingungen im Vergleich zum Anbaujahr 2022. Allerdings waren ebenfalls bereits eine Woche vor Ernte erste Blattränder, insbesondere in der V2-Variante festzustellen, während die V3-Variante bezüglich der Blattränder keinen Unterschied zu V1 aufwies. Zum Erntezeitpunkt zeigten alle Varianten an allen geernteten Pflanzen Blattränder, die aber noch ausgeputzt werden konnten. Der durchschnittlich marktfähige Ertrag lag bei 448 g/Kopf.

### Pazmanea (RZ) – grüner Kopfsalat

Die grüne Kopfsalatsorte 'Pazmanea' (RZ) lieferte neben der grünen Batavia-Sorte 'Feraga' (EZ) in beiden Anbaujahren die höchsten Frischmasseerträge. Während das Sortenmittel im Anbaujahr 2022 in der optimal bewässerten Variante V1 bei 581 g/Kopf lag, wurden bei 'Pazmanea' (RZ) durchschnittlich 661,4 g/Kopf erzielt. Ähnlich verhielt es sich im Anbaujahr 2023. Der Kopfsalat 'Pazmanea' (RZ) konnte in allen Varianten unter den etwas kühleren und lichtärmeren Bedingungen die höchsten Erträge (367 – 560 g/Kopf) erzielen. Nicht zuletzt ist das jedoch auf den eher großfallenden Salattyp zurückzuführen und daher nur bedingt mit den anderen Sorten zu vergleichen. Auch in der Trockenstressvariante V4 wurde von 'Pazmanea' (RZ) das höchste Kopfgewicht (367,5 g) erreicht, allerdings war die Sorte auch am wenigsten homogen. In 2022 viel die Sorte auch vermehrt durch Blattränder auf. Jeder zweite Salatkopf war in der V2-Variante von Blatträndern betroffen, in der V1-Variante nur jeder vierte.

## Salatsorten unter Trockenstressbedingungen im ökologisch bewirtschafteten Folienhaus, Frühjahr 2022 + 2023

Tabelle 1: Salatsorten - Sortenübersicht

NR.	TYP	SORTE	FARBE	HERKUNFT	SAATGUT	KALIBER	ETP
1	Kopfsalat	Pazmanea	grün	Rijk Zwaan	c.u.	3,00-3,50	ja
2	Eichblatt	Cerbiatta	grün	Bingenheimer Saatgut	öko	3,00-3,75	ja
3	Batavia	Feraga	grün	Enza Zaden	c.u.	k.A.	ja
4	Batavia	Nolanie	grün	Rijk Zwaan	c.u.	3,00-3,50	ja
5	Batavia	Maravilla de Verano	grün-rot	Bingenheimer Saatgut	öko	3,00-3,75	ja
6	Batavia	Saragossa	grün-rot	Bingenheimer Saatgut	öko	3,00-3,75	ja
7	Batavia	Clarinski	rot-grün	Rijk Zwaan	c.u.	3,00-3,50	ja

Tabelle 2: Bewässerungsvarianten bei Salat im Frühjahr 2022 und 2023, LVG Heidelberg

VAR.	BEWÄSSERUNG	BESCHREIBUNG
V1	nach Saugspannungsoptimum	<b>120 hPa</b>
V2	reduziert über Gießvorgang	<b>jeder zweite Gießvorgang von V1</b>
V3	reduziert über Saugspannung	<b>250 hPa</b>
V4	reduziert über visuelle Trockenstressanzeichen	<b>bei Schlappen der Pflanzen</b>

Tabelle 3: Wetterdaten der Wetterstation während Kultivierungsphase 2022 und 2023, LVG Heidelberg

WETTERDATEN	2022	2023
TEMPERATURSUMME (°C)	527,5	464,6
SUMME SONNENSTUNDEN (H)	312,9	204,0

Salatsorten unter Trockenstressbedingungen im ökologisch bewirtschafteten Folienhaus, Frühjahr 2022 + 2023

Tabelle 4: Anteiliger Wasserverbrauch nach Bewässerungsvarianten im Salatanbau in 2022 und 2023, LVG Heidelberg

VARIANTE	2022			2023		
	L/m <sup>2</sup>	%	L/kg FM	L/m <sup>2</sup>	%	L/kg FM
V1	111,1	100	13,99	79,4	100	13,46
V2	40,6	36,5	7,01	42,1	53,0	8,56
V3	48,7	43,8	7,59	46,9	59,0	8,47
V4	6,7	6,0	1,91	9,7	12,2	3,60

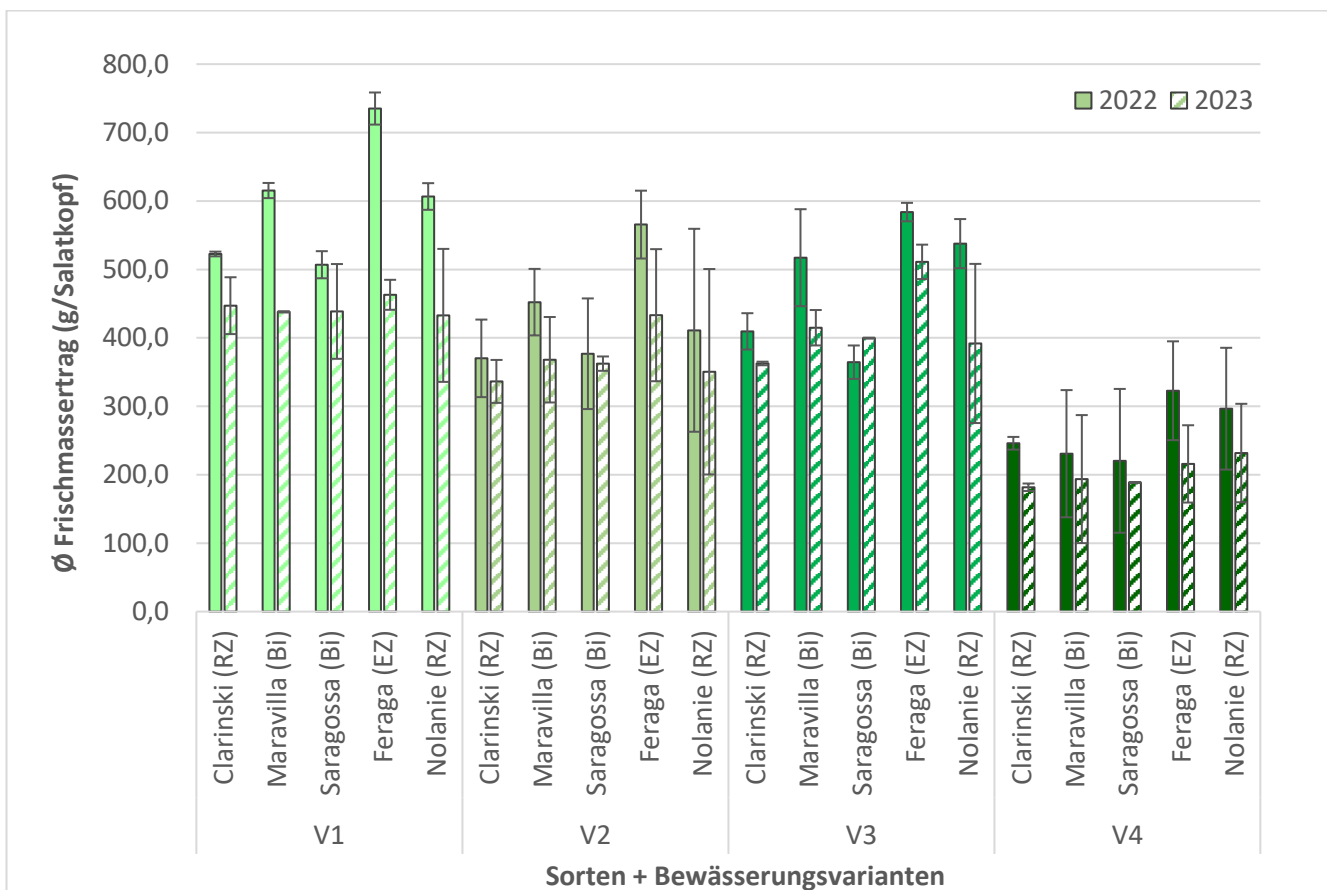


Abbildung 1: Frischmasseerträge (g/Kopf) bei verschiedenen Salatsorten und verschiedenen Bewässerungsvarianten in den Anbaujahren 2022 und 2023 im Frühjahr, LVG Heidelberg.

## Salatsorten unter Trockenstressbedingungen im ökologisch bewirtschafteten Folienhaus, Frühjahr 2022 + 2023

Tabelle 5: Durchschnittlicher Frischmasseertrag und Wasserverbrauch in der V1-Variante (120 hPa) im Frühjahr 2022 und 2023, LVG Heidelberg

VARIANTE - V 1 -	ANBAUJAHR 2022	ANBAUJAHR 2023
FRISCHMASSEERTRAG (G/KOPF)	597,3	443,9
REL. ERTRAG (%)	100	74,3
WASSERVERBRAUCH/KG FM (L)	13,99	13,46
WASSERVERBRAUCH/ M <sup>2</sup> (L)	111,1	79,4
REL. WASSERVERBAUCH (%)	100	71,5

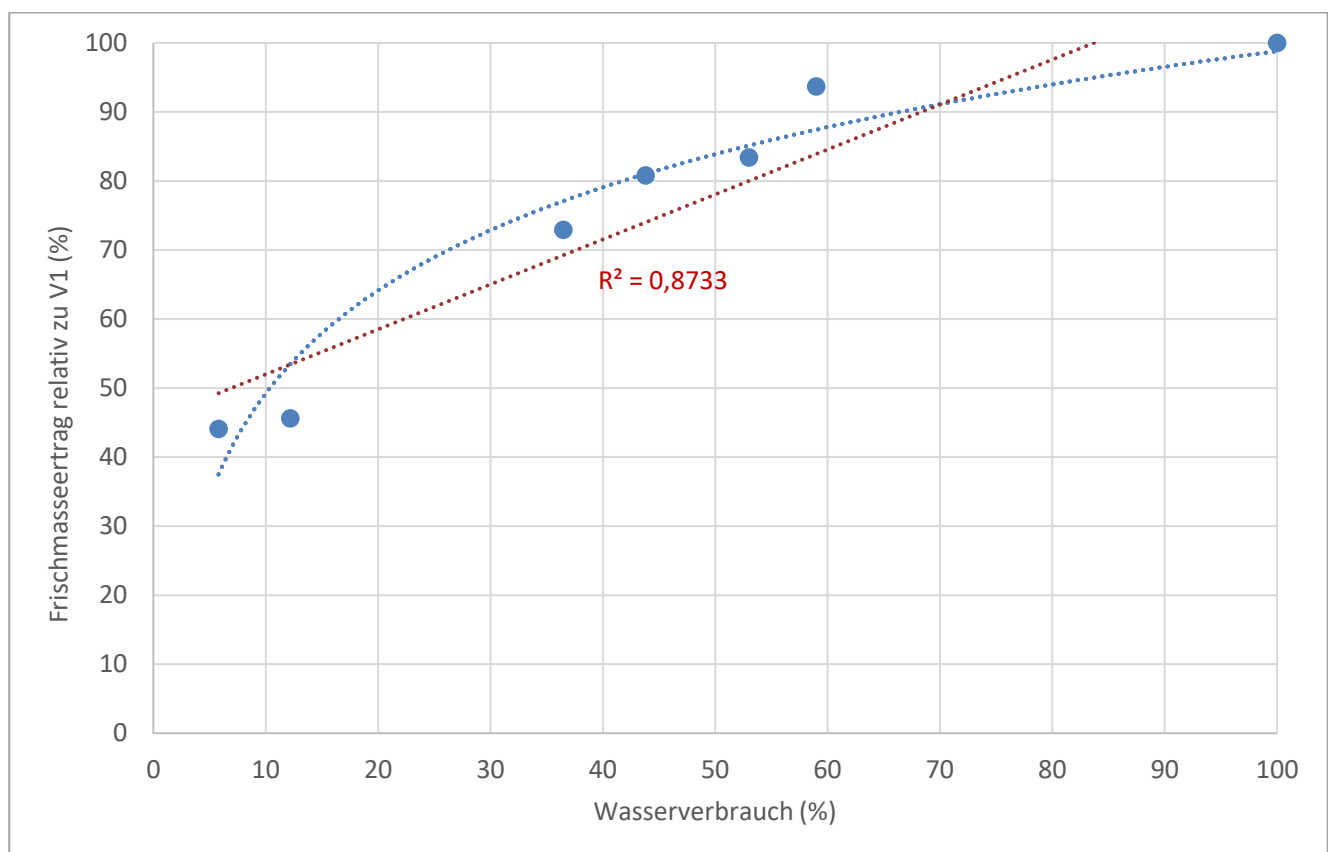


Abbildung 2: Prozentualer Frischmasseertrag von Salat (%) in Abhängigkeit der Bewässerungsmenge (%) relativ zur optimal bewässerten Variante V1 ( $\approx 100\%$ ), LVG Heidelberg.

## Salatsorten unter Trockenstressbedingungen im ökologisch bewirtschafteten Folienhaus, Frühjahr 2022 + 2023

Tabelle 6: Erträge der verschiedenen Batavia-Salatsorten in Abhängigkeit der Bewässerungsvariante in zwei verschiedenen Anbaujahren, LVG Heidelberg.

VAR.	SORTE	2022			2023		
		Frischmasse-Ertrag (g/Kopf)	Marktfähiger Ertrag (g/Kopf)	Marktfähige Ware (%)	Frischmasse-Ertrag (g/Kopf)	Marktfähiger Ertrag (g/Kopf)	Marktfähige Ware (%)
<b>V1<sup>a</sup></b>	Clarinski	522,6	465,4	89,1	447,1	402,9	90,1
	Feraga	735,1	639,1	86,9	462,9	407,1	87,9
	Maravilla	615,3	576,0	93,6	438,0	392,2	89,5
	Nolanie	606,6	566,2	93,3	432,8	429,6	99,3
	Saragossa	506,9	442,7	87,3	438,7	405,6	92,5
	Mittelwert	<b>597,3</b>	<b>537,9</b>	<b>90,1</b>	<b>443,9</b>	<b>407,5</b>	<b>91,9</b>
<b>V2<sup>b</sup></b>	Clarinski	370,1	327,2	88,4	336,4	298,2	88,6
	Feraga	565,5	513,9	90,9	433,2	410,9	94,9
	Maravilla	452,2	413,9	91,5	368,0	351,2	95,4
	Nolanie	411,1	380,2	92,5	350,5	332,6	94,9
	Saragossa	376,8	334,4	88,7	362,3	327,3	90,3
	Mittelwert	<b>435,1</b>	<b>393,9</b>	<b>90,4</b>	<b>370,1</b>	<b>344,0</b>	<b>92,8</b>
<b>V3<sup>c</sup></b>	Clarinski	409,5	365,4	89,2	362,6	323,9	89,3
	Feraga	583,8	515,0	88,2	511,1	407,8	79,8
	Maravilla	517,2	469,1	90,7	414,8	362,3	87,3
	Nolanie	537,7	508,0	94,5	391,8	326,5	83,3
	Saragossa	364,5	328,8	90,2	399,7	364,8	91,3
	Mittelwert	<b>482,5</b>	<b>437,2</b>	<b>90,6</b>	<b>416,0</b>	<b>357,1</b>	<b>86,2</b>
<b>V4<sup>d</sup></b>	Clarinski	246,0	223,7	90,9	181,7	164,0	90,3
	Feraga	322,7	300,6	93,1	215,8	196,7	91,2
	Maravilla	230,7	212,4	92,0	193,6	173,4	89,5
	Nolanie	296,5	284,3	95,9	231,7	209,4	90,4
	Saragossa	220,3	201,3	91,3	188,7	169,9	90,0
	Mittelwert	<b>263,3</b>	<b>244,4</b>	<b>92,7</b>	<b>202,3</b>	<b>182,7</b>	<b>90,3</b>

<sup>a</sup> 120 hPa

<sup>b</sup> jeder zweite Gießvorgang von V1

<sup>c</sup> 250 hPa

<sup>d</sup> bei Schlappen der Pflanzen



## Salatsorten unter Trockenstressbedingungen im ökologisch bewirtschafteten Folienhaus, Frühjahr 2022 + 2023

---

### Kultur- und Versuchshinweise

Versuchsdesign:	randomisierte Blockanlage
Wiederholungen:	zwei
Kultur:	Salat (Kopfsalat, Eichblatt, Batavia)
Sorten:	sieben (Tab. 1)
Pflanzung:	KW 9
Pflanzabstand:	0,3 x 0,25 m
Pflanzdichte:	13,3 Töpfe/m <sup>2</sup>
Substrat:	Brill Bio Grond, 4er EPT
Temperatur:	frostfrei
Bewässerung:	Tropfbewässerung
Bewässerungssteuerung:	Tensiometer (0-30 cm)
Bewässerungsvarianten:	vier (Tab.2)
Düngung:	nicht erforderlich (Nmin)
Pflanzenschutz:	Schneckenkorn ‚SluXX‘ im Randbereich (2023)
Ernte:	KW 18

### Kritische Anmerkungen

Durch die technischen Voraussetzungen (u.a. Anzahl Wasseranschlüsse) im Gewächshaus wurden die Ergebnisse je Versuchsjahr aus lediglich zwei Wiederholungen generiert. Eine statistische Absicherung der Ergebnisse ist daher nicht erfolgt. Nichtsdestotrotz ließen sich die Versuchsergebnisse 2022 im Folgejahr 2023 annähernd replizieren.

Des Weiteren soll darauf hingewiesen werden, dass sich die „marktfähigen Erträge“ insbesondere in der V4-Variante auf gesunde, nach EU-Norm vermarktbar Ware bezieht, jedoch eventuell gewichtstechnisch nicht den Anforderungen des LEH, Großmarktes, etc. entspricht.