



# Mechanische Ausdünnung und maschineller Schnitt

## Erfahrungen aus Bavendorf



Michael Zoth  
Ertragsphysiologie

Stiftung KOB Bavendorf  
Schuhmacherhof 6, D-88213 Ravensburg  
<http://www.obstbau-kompetenzzentrum.de>



## Themenübersicht

1. **Mechanische Behangregulierung**
2. **Abgestufte Ausdünnwirkung**
3. **Maschineller Schnitt**
4. **Mechanische Blütenausdünnung ergänzt maschinellen Schnitt**
5. **Fazit**



# 1. Behangregulierung

- **Behangregulierung im Obstbau**
  - **Ertragssicherung:** fördert Blütenbildung  
mindert Alternanz
  - **Qualitätssteigerung:** Fruchtgröße  
Ausfärbung
- **Reduzierung des Fruchtansatzes**
- **Chemisch (Wachsstoffe, Phytohormone, Dünger)**
- **Maschinelle Ausdünnung ( ‚Darwin‘, Typ Bonn)**



## Ausdünnung

### Maßnahme / Zeitpunkt

### Wirkung

**Blütenausdünnung:**

**fördert Blüteninduktion  
mindert Alternanz**

**Nachblüteausdünnung:**

(2-3 Wochen nach der Blüte)



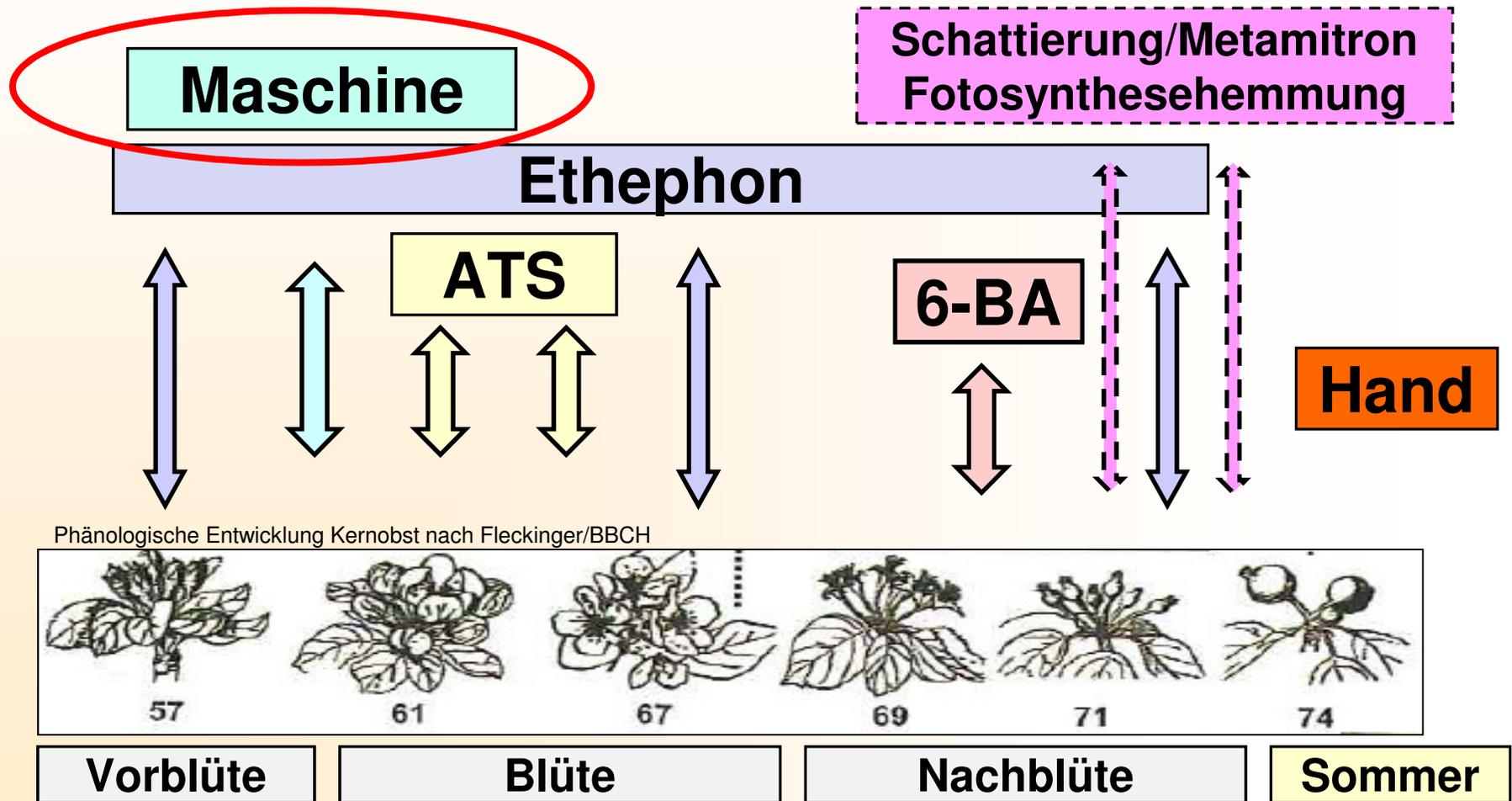
**Fruchtausdünnung:**

(Handausdünnung im Juni)

**Fruchtgröße  
Ausfärbung**

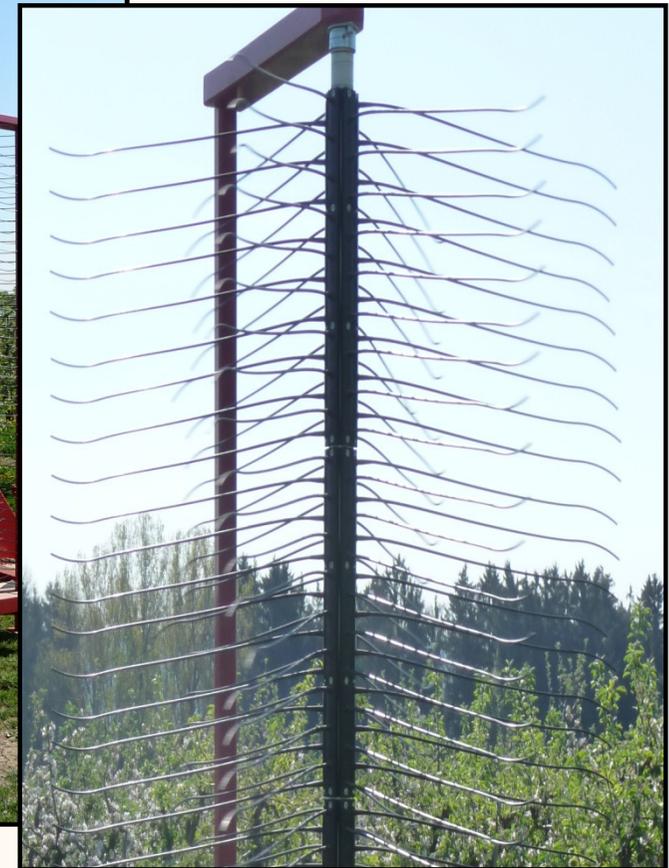
➤ **Die Praxis scheut die frühe, effektive Maßnahme!**

# Ausdünnung - Strategie



# Maschinelle Ausdünnung

## Ausdünnmaschine ‚Tree-Darwin 250‘



# Fadenmaschine Tree-Darwin

## 2. Wirkungsprinzip – Kinetische Rotations-Energie

1. Spindelumdrehungen
2. Fahrgeschwindigkeit
3. Fadenzahl

$$E_{\text{kin}} (T) = \frac{1}{2} M \cdot v^2 = [\text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}]$$

M = Masse  
v = Geschwindigkeit

# Fadenmaschine Tree-Darwin

## 2. Wirkungsprinzip – Kinetische Rotations-Energie

DARWIN Fadenmaschine - Kinetische Energie ( $E_{kin}$ ) $T = kg \cdot m^2 \cdot sec^{-2} = [Joule]$										
Schlepper	Spindel				Fadenzahl 216 ( $1/2$ )		Fadenzahl 324 ( $3/4$ )		Fadenzahl 432 (voll)	
	km/h	m/sec	U/min	U/sec	U/Fahr-m	T ( $E_{kin}$ )	Maß [%]	T ( $E_{kin}$ )	Maß [%]	T ( $E_{kin}$ )
6	1,67	180	3,0	1,8	11,54	56	17,31	84	23,07	112
6	1,67	200	3,3	2,0	14,90	73	22,35	109	29,80	145
6	1,67	220	3,7	2,2	18,69	91	28,04	136	37,38	182
6	1,67	240	4,0	2,4	22,91	112	34,37	167	45,83	223
6	1,67	260	4,3	2,6	27,57	134	41,35	201	55,14	268
6	1,67	280	4,7	2,8	32,65	159	48,98	238	65,31	317
6	1,67	300	5,0	3,0	38,17	186	57,25	278	76,34	371
10	2,78	200	3,3	1,2	11,22	55	16,82	82	22,43	109
10	2,78	220	3,7	1,3	14,52	71	21,78	106	29,04	141
10	2,78	240	4,0	1,4	18,26	89	27,38	133	36,51	178
10	2,78	260	4,3	1,6	22,42	109	33,63	164	44,85	218
10	2,78	280	4,7	1,7	27,02	132	40,53	197	54,04	263
10	2,78	300	5,0	1,8	32,05	156	48,07	234	64,10	312
10	2,78	320	5,3	1,9	37,51	183	56,26	274	75,01	365
14	3,89	200	3,3	0,9	8,13	40	12,19	59	16,25	79
14	3,89	220	3,7	0,9	10,94	53	16,42	80	21,89	106
14	3,89	240	4,0	1,0	14,19	69	21,29	103	28,38	138
14	3,89	260	4,3	1,1	17,87	87	26,81	130	35,74	174
14	3,89	280	4,7	1,2	21,98	107	32,97	160	43,96	214
14	3,89	300	5,0	1,3	26,52	129	39,78	193	53,05	258
14	3,89	320	5,3	1,4	31,49	154	47,24	230	62,99	306

Ausdünnwirkung: grün=sanft, grau=schwach, gelb=mittel, orange=stark, rot=massiv (geschätzt)

# Fadenmaschine Tree-Darwin

## 3. Versuchsanstellung

Versuchsdesign 2010: 6 Varianten x 4 Wiederholungen x 5 Versuchsbäume				
Nr	Versuchsbehandlungen	Kürzel	Wdh	Bemerkung
1	Unbehandelte Kontrolle (Negativkontrolle)	UTC	4 x 5B	-
2	<p><b>Chemische Ausdünnung (Betriebsstandard)</b></p> <p>A: 1 x 25l/ha Agro N Fluid (~50% ATS) in 500l H<sub>2</sub>O (0,5%ig) zur Vollblüte mehrjähriges Holz</p> <p>B: 1 x 300ml/ha Flordimex 420 (Ethephon) in 500l H<sub>2</sub>O (0,006%ig) zur Abblüte</p> <p>C: 1 x 1,5l/ha Globaryll<sub>100</sub> (6-BA) in 1000l H<sub>2</sub>O (0,015%ig) vor Wärmephase bei ca. 10-14mm Fruchtgröße</p>	Standard ATS+Ete +BA	4 x 5B	<p>A: 11.05.2010</p> <p>B: 18.05.2010</p> <p>C: 28.05.2010</p> <p>Wärme: 28.05.-01.06.2010</p> <p><u>Cameo</u>: 9,7mm Frucht-Ø</p> <p><u>Gala</u>: 11,5mm Frucht-Ø</p>
3	<b>E<sub>kin</sub> ≈ 60%: Maschine ‚Darwin‘, 216 Fäden (½ Satz) 180 U/min Spindel, 6 km/h Fahrtempo</b>	<b>Schwach</b> (≈ 14 Joule)	4 x 5B	
4	<b>E<sub>kin</sub> ≈ 100%: Maschine ‚Darwin‘, 216 Fäden (½ Satz) 230 U/min Spindel, 6 km/h Fahrtempo</b>	<b>Medium</b> (≈ 20 Joule)	4 x 5B	<p><u>Termin Gala</u> 29.04.2010</p> <p><u>Termin Cameo</u> 06.05.2010</p>
5	<b>E<sub>kin</sub> ≈ 140%: Maschine ‚Darwin‘, 216 Fäden (½ Satz) 270 U/min Spindel, 6 km/h Fahrtempo</b>	<b>Stark</b> (≈ 28 Joule)	4 x 5B	
6	Handausdünnung mit praxisgerechter Zielvorgabe (Positivkontrolle)	Hand	4 x 5B	<p>am 01. Juli 2010</p> <p><u>Cameo</u>: Ø 75 Früchte/Baum</p> <p><u>Gala</u>: Ø 70 Früchte/Baum</p>

# Fadenmaschine Tree-Darwin

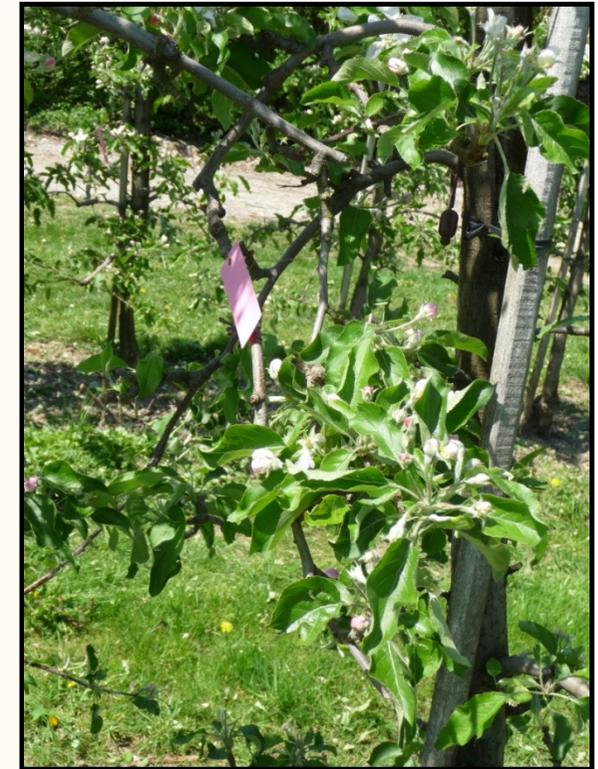
## 4.1 Nach Blütenausdünnung - Baumkrone



***Schwach***



***Medium***



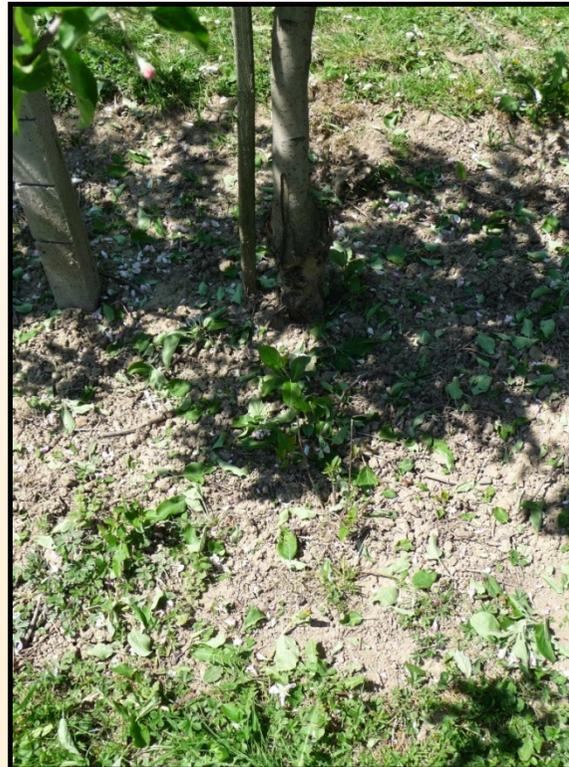
***Stark***

# Fadenmaschine Tree-Darwin

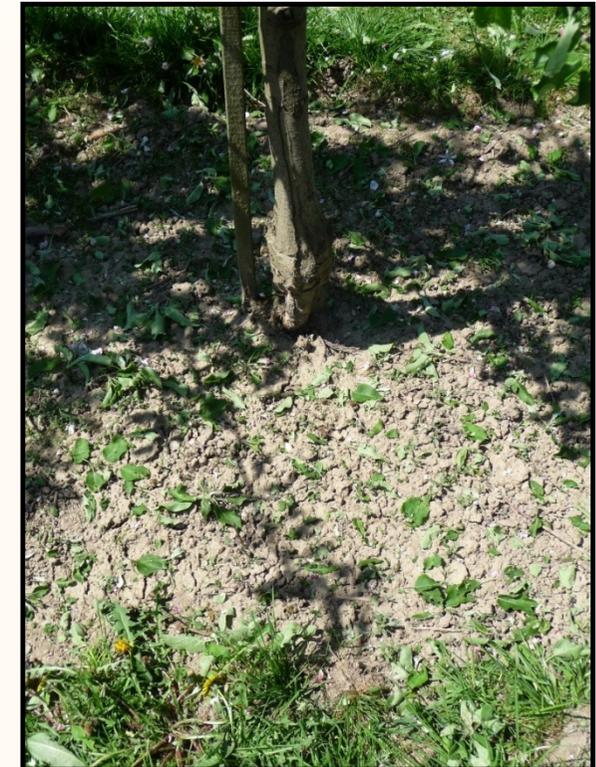
## 4.1 Nach Blütenausdünnung - Boden



**Schwach**



**Medium**



**Stark**

# Fadenmaschine Tree-Darwin

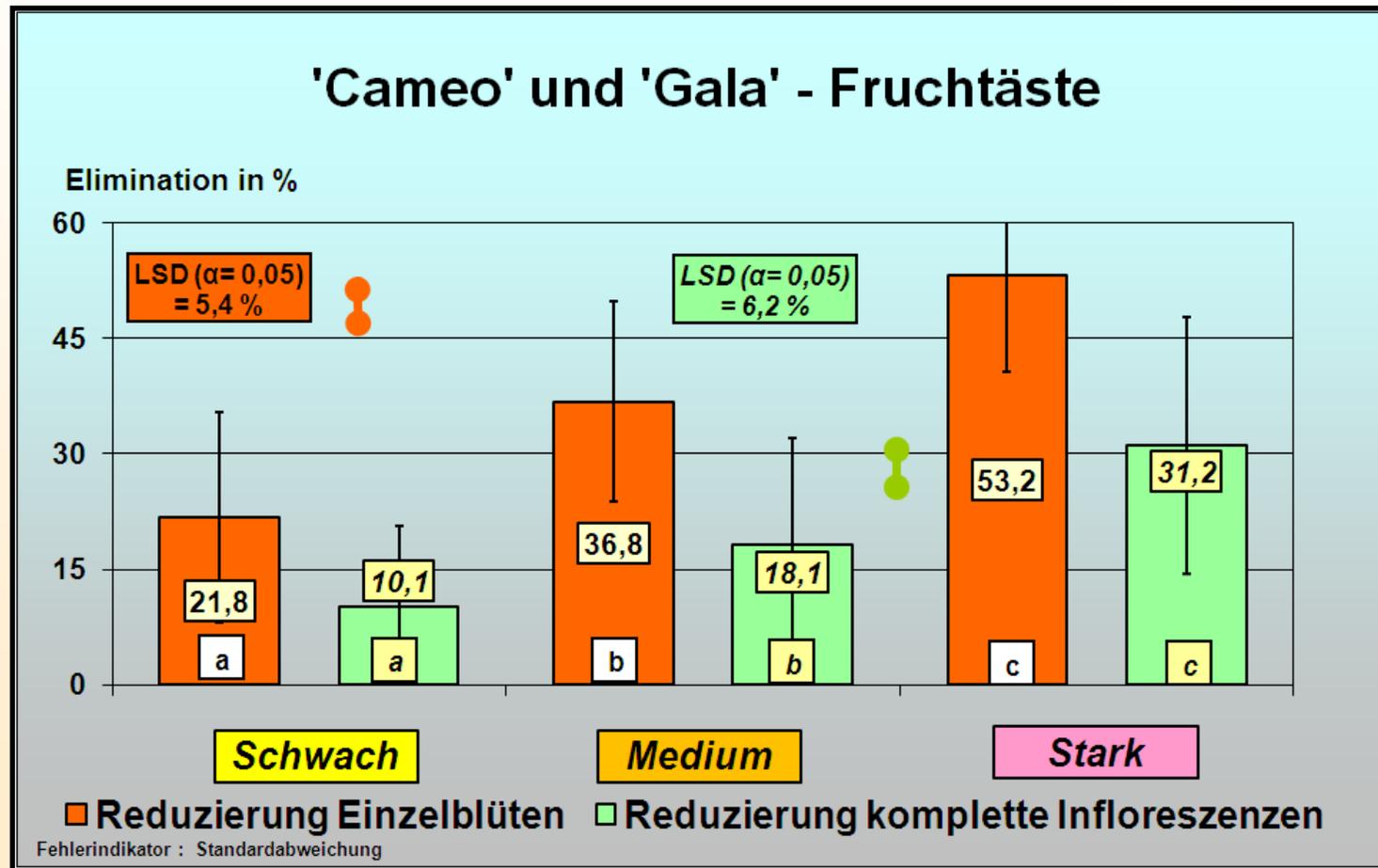
## 4.1 Eliminierung Blütenorgane

**Ausgewählte Triebe wurden markiert und  
- vor sowie nach der Behandlung –  
alle Infloreszenzen / Einzelblüten ausgezählt.**



# Fadenmaschine Tree-Darwin

## 4.1 Eliminierung Blütenorgane



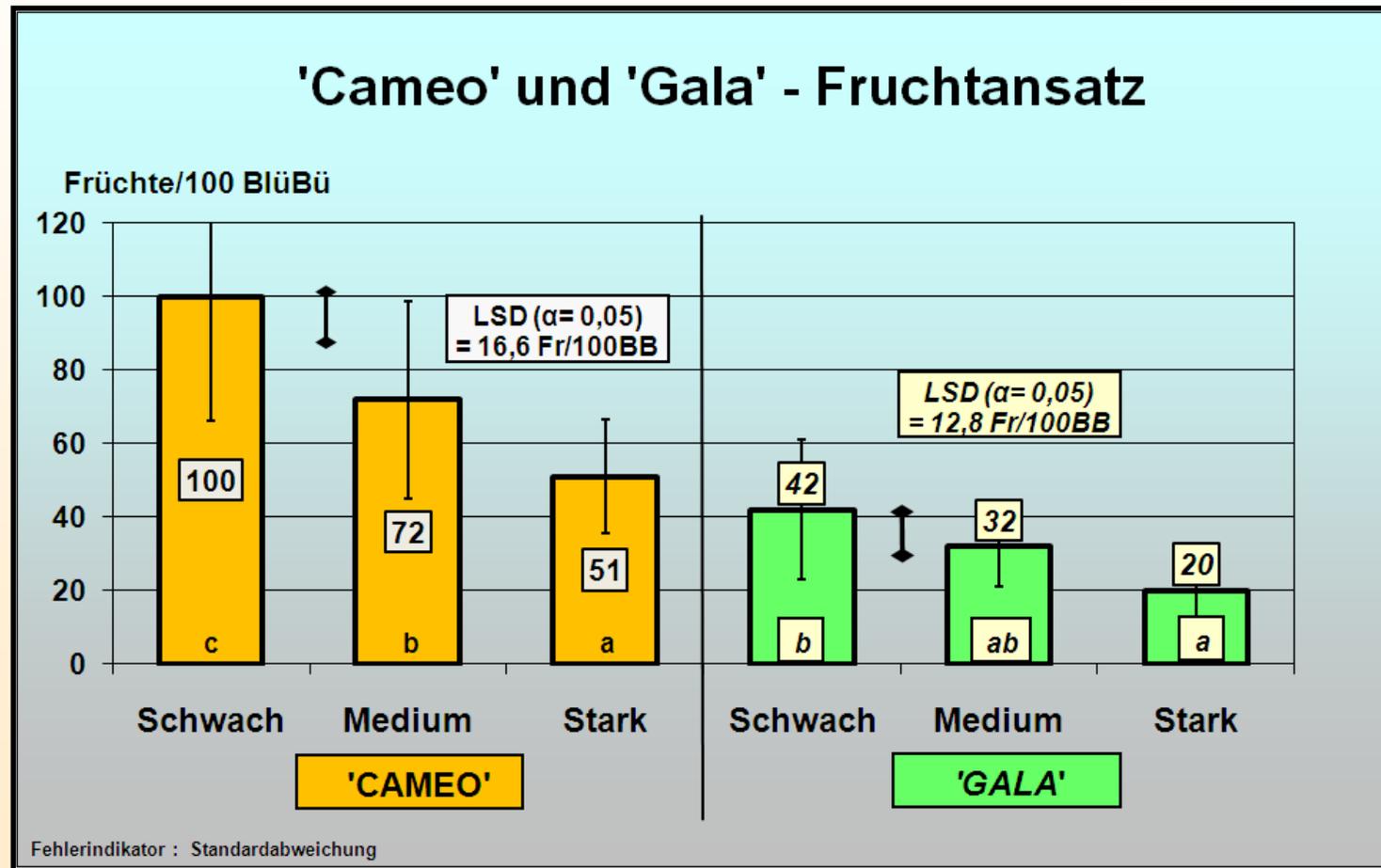
# Fadenmaschine Tree-Darwin

## 4.2 Fruchtansatz und Wirkung

Versuchsbäume (Cameo + Gala)			Variante	UTC	Standard ATS +Ete +BA	Schwach $E_{kin} \approx 60\%$	Medium $E_{kin} \approx 100\%$	Stark $E_{kin} \approx 140\%$	Hand	
Nr.	Parameter	Einheit								
1	Früchte pro Baum	[Stk]	Wert	148	128	114	87	63	75	
			Std-Abweich	28,2	45,3	48,2	37,1	34,7	16,5	
			Homogenität	e	d	cd	b	a	ab	
			LSD ( $\alpha=0,05$ )	16,6						
			Signifikanz	P-Wert: 0,000 *** sehr hoch signifikant						
2	Fruchtansatz	[Fru/ 100Infl.]	Wert	95	84	69	53	35	49	
			Std-Abweich	43,3	43,3	40,2	26,1	20,3	30,9	
			Homogenität	e	de	cd	b	a	ab	
			LSD ( $\alpha=0,05$ )	14,8						
			Signifikanz	P-Wert: 0,000 *** sehr hoch signifikant						
3	Wirkungs-Wert	[%]	Wert	0,0	32,5	60,4	89,3	117,2	100,2	
			Std-Abweich	47,01	60,35	55,98	36,83	37,08	21,70	
			Homogenität	a	b	c	d	e	de	
			LSD ( $\alpha=0,05$ )	20,54						
			Signifikanz	P-Wert: 0,000 *** sehr hoch signifikant						

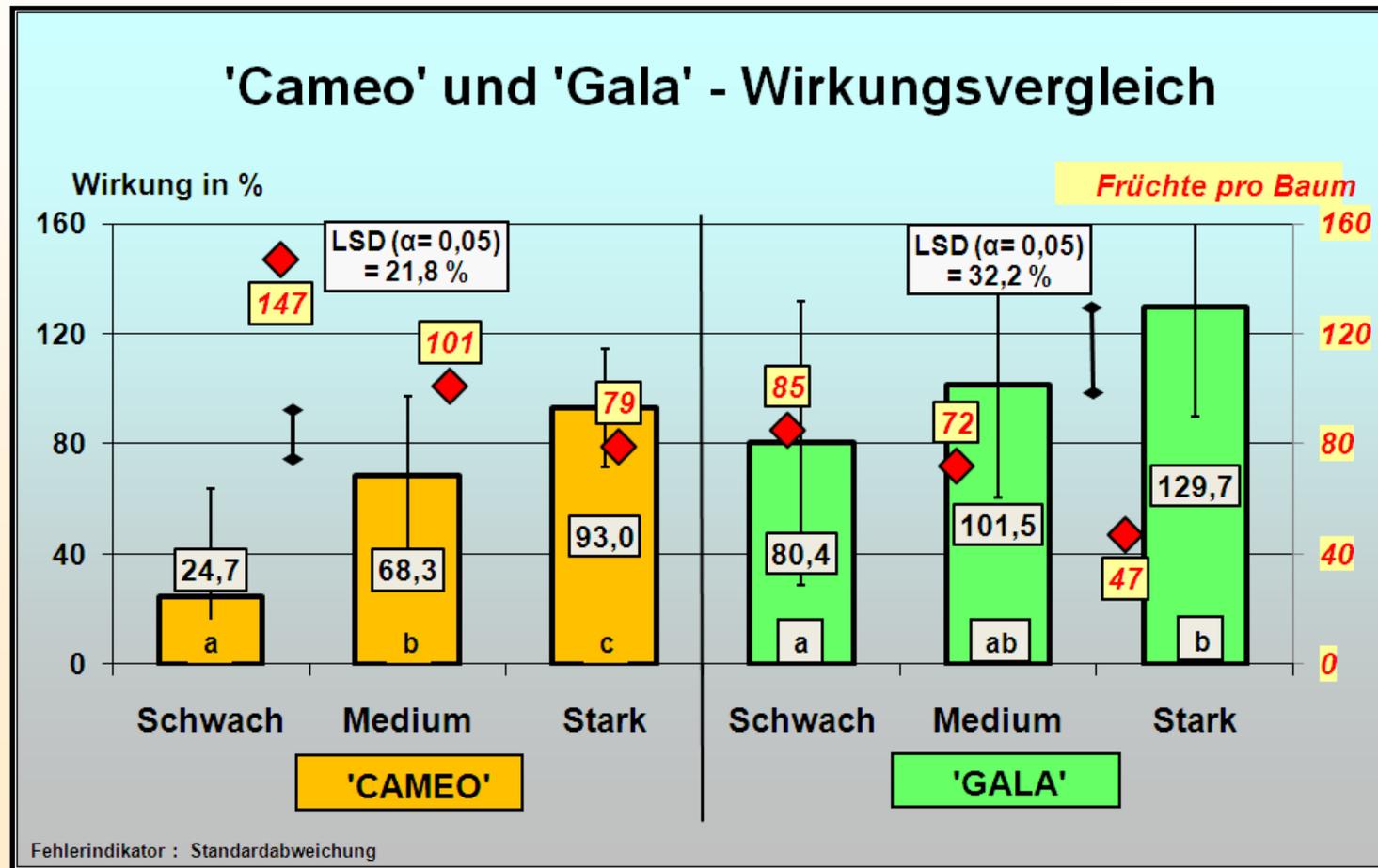
# Fadenmaschine Tree-Darwin

## 4.2.1 Fruchtansatz



# Fadenmaschine Tree-Darwin

## 4.2.2 Wirkung



# Maschinelle Ausdünnung

## 5. Fazit-1

- **Durch gezielte Einstellungen der DARWIN-Fadenmaschine waren gestufte Wirkungen realisierbar.**
- **Mittels Berechnung der kinetischen Rotationsenergie ließen sich Einstellungsstufen definieren.**
- **Die Abstufungen *Schwach*, *Medium* und *Stark* wurden durch die Elimination von Blütenorganen, dem Fruchtansatz und der Ausdünnwirkung sowie bei Ertrag und Fruchtqualität bestätigt.**

# Maschinelle Ausdünnung

## 5. Fazit-2

- **Die Methodik eignet sich zur Einbindung in praxisgerechte Ausdünnungsstrategien. Sie ist situationsbezogen entsprechend der Blühstärke, bzw. der Witterung anwendbar.**
- **Die Blütenausdünnung erfolgt frühzeitig und wirkt somit der Alternanz entgegen.**
- **Das Verfahren kann mit chemischen Wirkstoffen kombiniert werden und nutzt der Obstbaupraxis.**

# Ausdünnungsempfehlung 2016

**Tabelle 2: Empfehlung zur maschinellen Ausdünnung - Gerätetyp ‚Tree-Darwin‘ (NEUER FADENTYP Spritzguß)**

2016	Einstellungen Fadenzahl	Schwache Ausdünnwirkung (ca. 70% $E_{kin}^1$ )	Mittlere Ausdünnwirkung (ca. 100% $E_{kin}^1$ )	Bemerkung
6 km/h	216 Fäden	180-190 U/min	220-230 U/min	Die Einstellungen der Maschine sind vom Betriebsleiter sortenbezogen und anlagengerecht auszuwählen und vorzunehmen. <u>I.d.R. problemlose Sorten:</u> Braeburn, Gala, Golden Delicious, Pinova, RubINETTE <u>Vorsicht bei:</u> Boskoop, Fuji, Jonagold oder in stark wüchsigen Anlagen Sammeln Sie von der sicheren Seite her Ihre eigenen Erfahrungen (= eher schwache Ausdünnwirkung)
9 km/h	216 Fäden	210-220 U/min	250-260 U/min	
12 km/h	216 Fäden	240-250 U/min	280-290 U/min	

Nur Anlagen ohne Feuerbrandbefall behandeln und Vorsicht nach Bewarnung => Eine Übertragung ist sehr unwahrscheinlich, aber nicht sicher auszuschließen.

**Bitte beachten:** Fahren Sie mit der Spindel konsequent eng an die Bäume heran. Zögerndes Abstandhalten beim Fahren führt zu deutlicher Überdünnung in den äußeren Astbereichen und der innere Kronenbereich bleibt unberührt.  
 Zum Blühende werden die Blütenstiele etwas fester und die Drehzahl der Spindel ist leicht zu erhöhen (5-10 U/min).  
<sup>1</sup>  $E_{kin}$  = Kinetische Energie (Rotationsenergie)

**Tabelle 3: Empfehlung von Maßnahmen zur Behangoptimierung bei Zwetschgen**

2016 Zwetschge	ATS Ballonstadium	↔	ATS Vollblüte	oder=>	ATS Blühende	Bemerkungen
Chemisch	<b>AGRO N Fluid Plus (53%, flüssig) / je ha<sup>2</sup></b>					500 - 1000l Wasser/ha <sup>2</sup>
	20-40l		oder =>		25-45l	Witterung, Sorte und Blühverlauf <u>genau</u> abwägen
<b>Maschinelle Ausdünnung ‚Tree-Darwin‘</b>		<b>Schwache Ausdünnung (70% <math>E_{kin}^1</math>)</b>		<b>Mittlere Ausdünnung (100% <math>E_{kin}^1</math>)</b>		
6 km/h	216 Fäden		180-200 U/min		220-240 U/min	
9 km/h	216 Fäden		210-230 U/min		250-260 U/min	

<sup>2</sup> bezogen auf eine Kronenhöhe von 2,0 m

# Versuch zum maschinellen Schnitt

## ➤ Schnitt zu ‚rote Knospe‘ – 25. April 2013



# Versuch zum maschinellen Schnitt

## ➤ Silhouetten nach maschinellem Schnitt 2013



Winterschnitt <= PINOVA => Maschine



Maschine <= BRAEBURN => Winterschnitt

# Versuch zum maschinellen Schnitt

## Zeitaufwand für alle Schnittarbeiten 2011 – 2016

6-jähriger Vergleich der eingesetzten Arbeitszeit-Stunden												
SCHNITT	2011		2012		2013		2014	2015	2016		Akh	
	1. Schnitt (April 2011)	2. Schnitt (Juli 2011)	1. Schnitt (April 2012)	2. Schnitt (Juni 2012)	Korrektur (Jan 2013)	2. Schnitt (April 2013)	1. Schnitt (April 2014)	1. Schnitt (April 2015)	Korrektur (Feb 2016)	2. Schnitt (Nov 2016)	Σ SUMME	
<b>Pinova</b>												
Maschinell	2	2	2	-	33	2	2	2	77	2	124	53%
Winterhand	31	-	31	-	35	2	39	41	55	-	234	100%
<b>Braeburn</b>												
Maschinell	2	2	2	-	52	2	2	2	72	2	138	39%
Winterhand	51	-	51	-	59	2	65	68	57	-	353	100%
	<b>MITTELWERTE</b>											
Maschinell	2	2	2	-	43	2	2	2	75	2	131	45%
Winterhand	41	-	41	-	47	2	52	55	56	-	294	100%

# Maschineller Schnitt

.... hat Konsequenzen

- **Anzahl Kurztriebe / Fruchtholz / Blüten höher**
- **Fruchtbarkeit / Blühstärke / Fruchtansatz steigt**
- **Gefahr kleiner Fruchtkaliber**
  - => zwingt zu erfolgreicher Behangregulierung**
  - => erfordert frühe und gezielte Ausdünnung**



# Maschineller Schnitt und Ausdünnung

## ➤ **Varianten 2013:**

- **Winterhandschnitt + chem. Ausdünnung (stark)**
- **maschineller Schnitt + starke chem. Ausdünnung**
- **maschineller Schnitt + starker DARWIN-Einsatz**

## ➤ **Ergebnisse:**

- **Ausdünnungswirkung**
- **Ertrag + Fruchtqualität**



# Maschineller Schnitt und Ausdünnung

- **Starke chem. Ausdünnung:**
  - **Vollblüte 25kg ATS/ha 8.5.2013**
  - **Blühende 300ml Flordimex /ha (Ethephon) 24.5**
  - **ca. 12mm Ø 7,5l/ha Maxcel (BA) 6.6.2013**
  
- **DARWIN-Einsatz: 8.5.2013**
  - **starke Einstellungen (125%  $E_{kin}$ )**
  - **9 km/h Fahrgeschwindigkeit**
  - **270 U/min**
  - **1/2 Fadensatz (neue Spritzguss-Elemente)**

# Braeburn

## DARWIN Ausdünnung - 8. Mai 2013



**Braeburn vorher**



**Braeburn nach DARWIN-Ausdünnung**

# Pinova

## DARWIN Ausdünnung - 8. Mai 2013

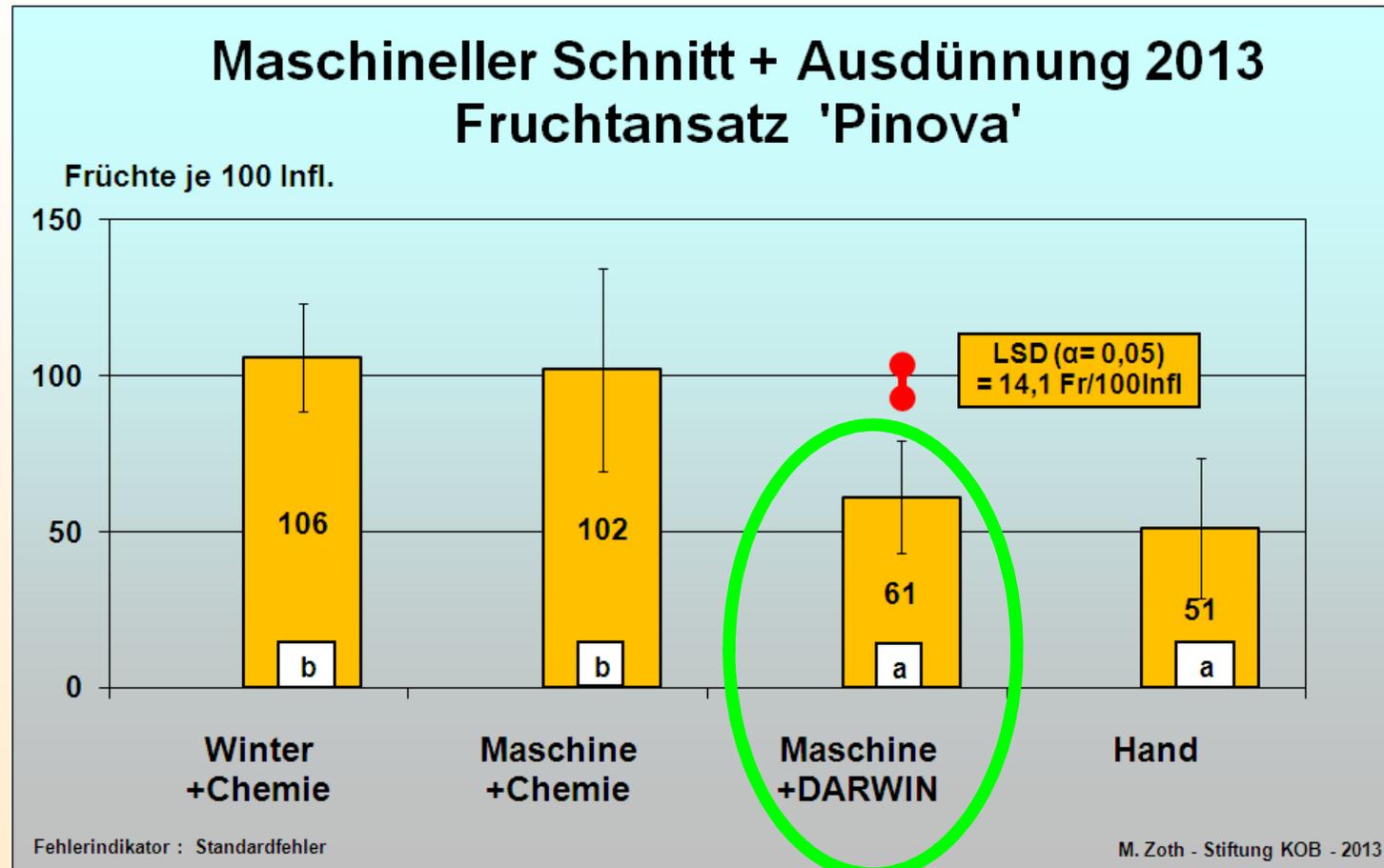


Pinova vorher



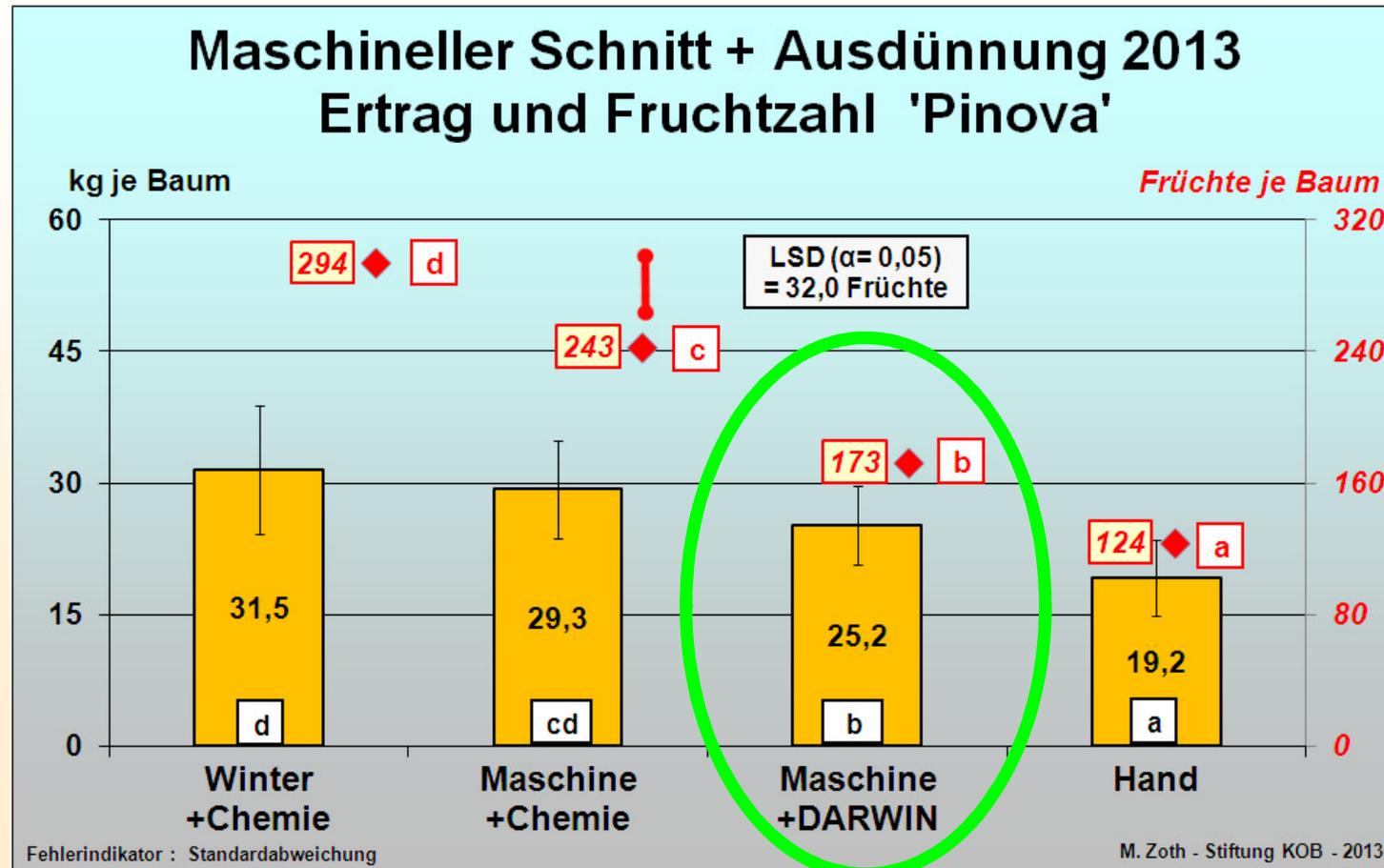
Pinova nach DARWIN-Ausdünnung

# Maschineller Schnitt und Ausdünnung



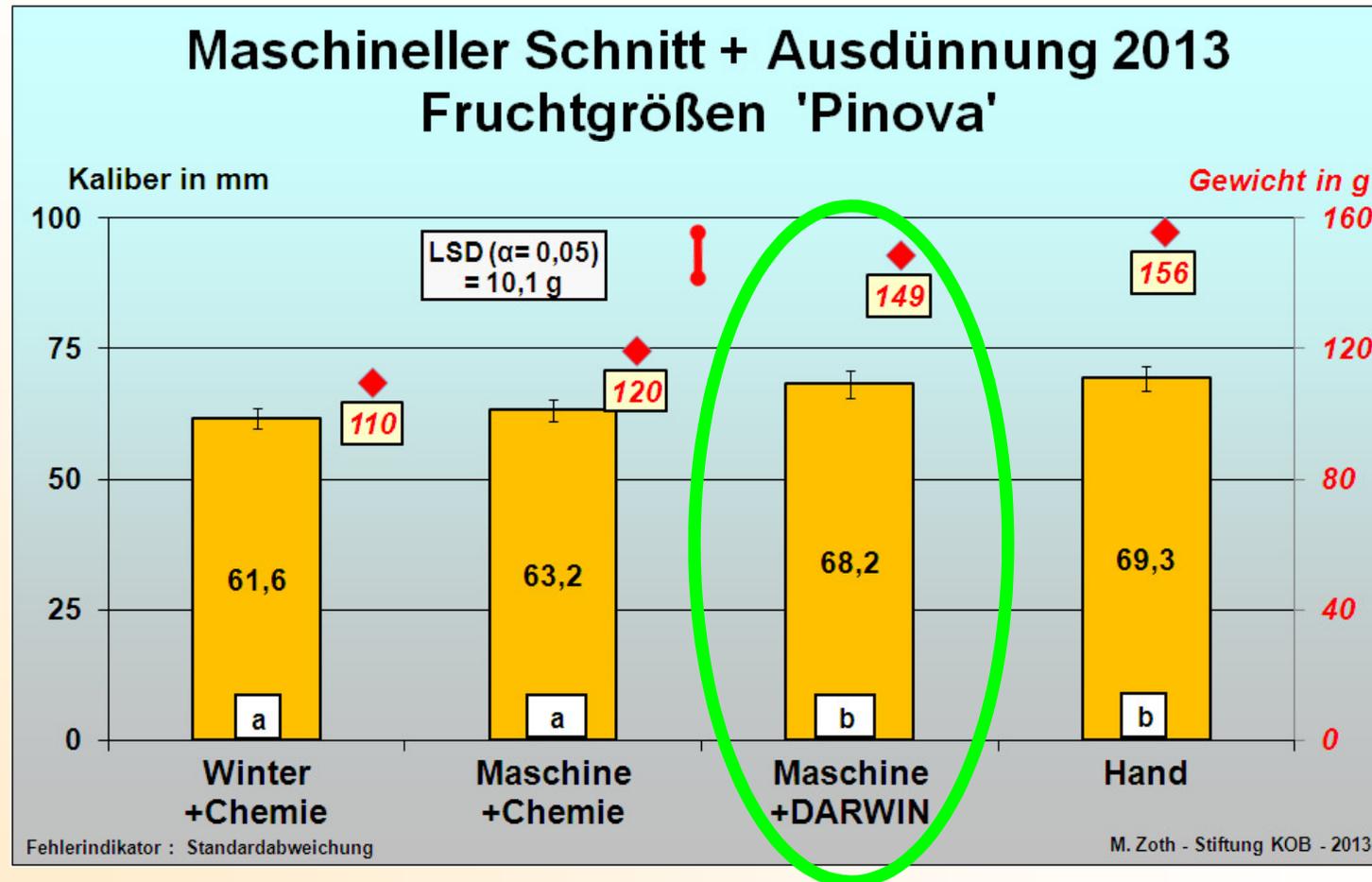
=> **Einzig Darwin-Ausdünnung erreichte Handausdünnung !**

# Maschineller Schnitt und Ausdünnung



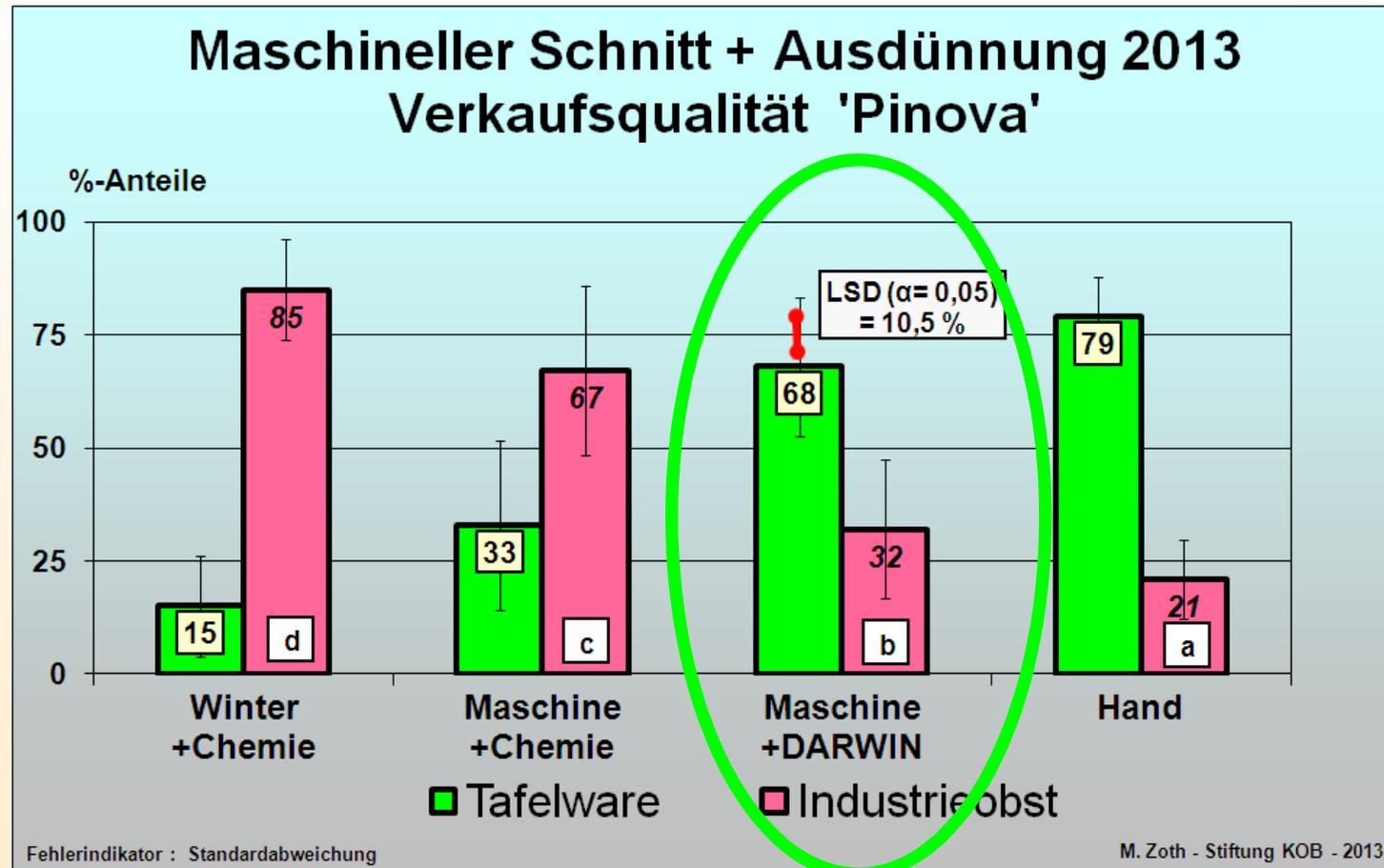
=> **Darwin-Ausdünnung reduzierte Fruchtanzahl deutlich.**

# Maschineller Schnitt und Ausdünnung



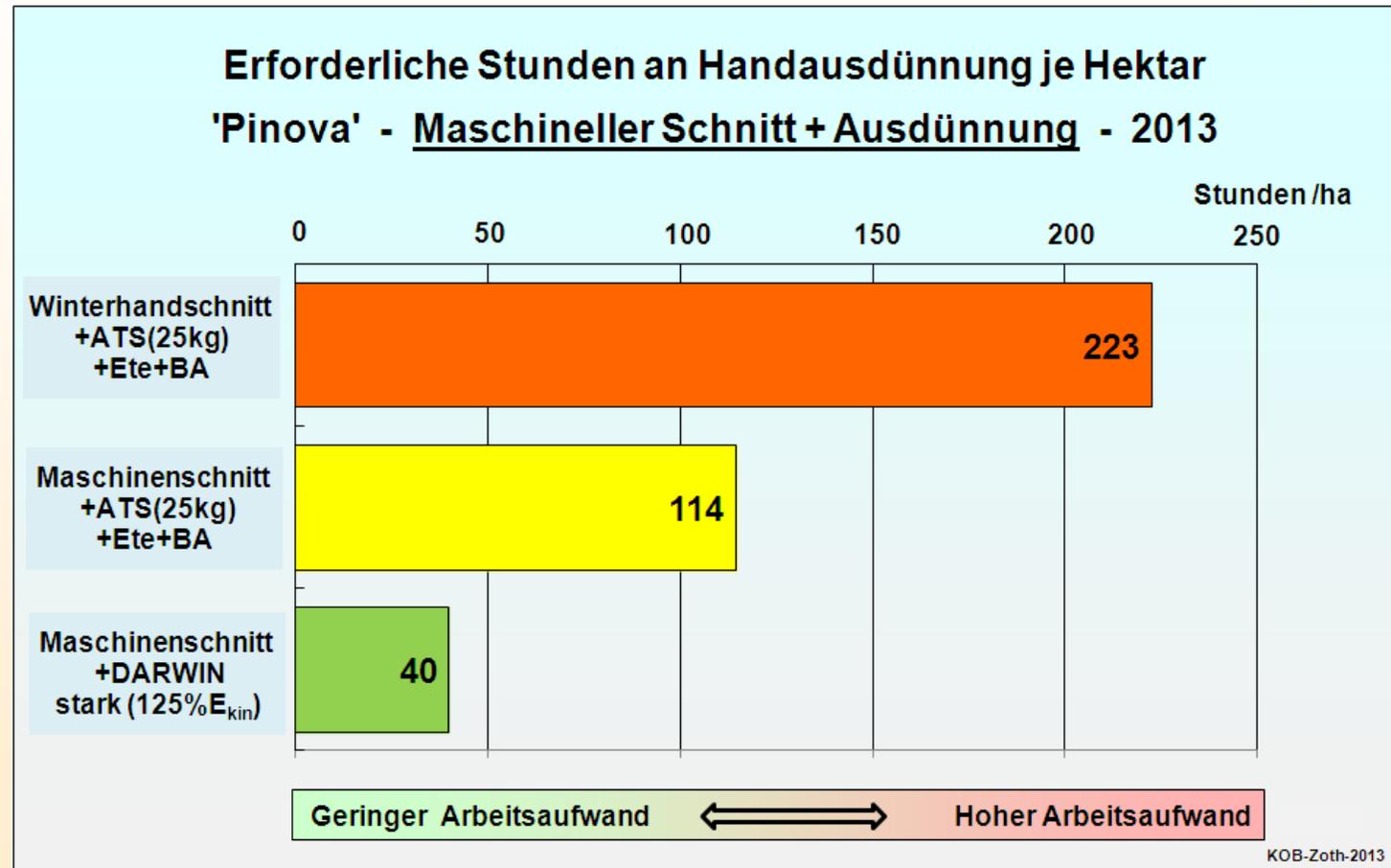
**=> Darwin-Ausdünnung steigerte die Fruchtgröße.**

# Maschineller Schnitt und Ausdünnung



**=> Darwin-Ausdünnung verdoppelte Ausbeute Tafelware !**

# Maschineller Schnitt und Ausdünnung



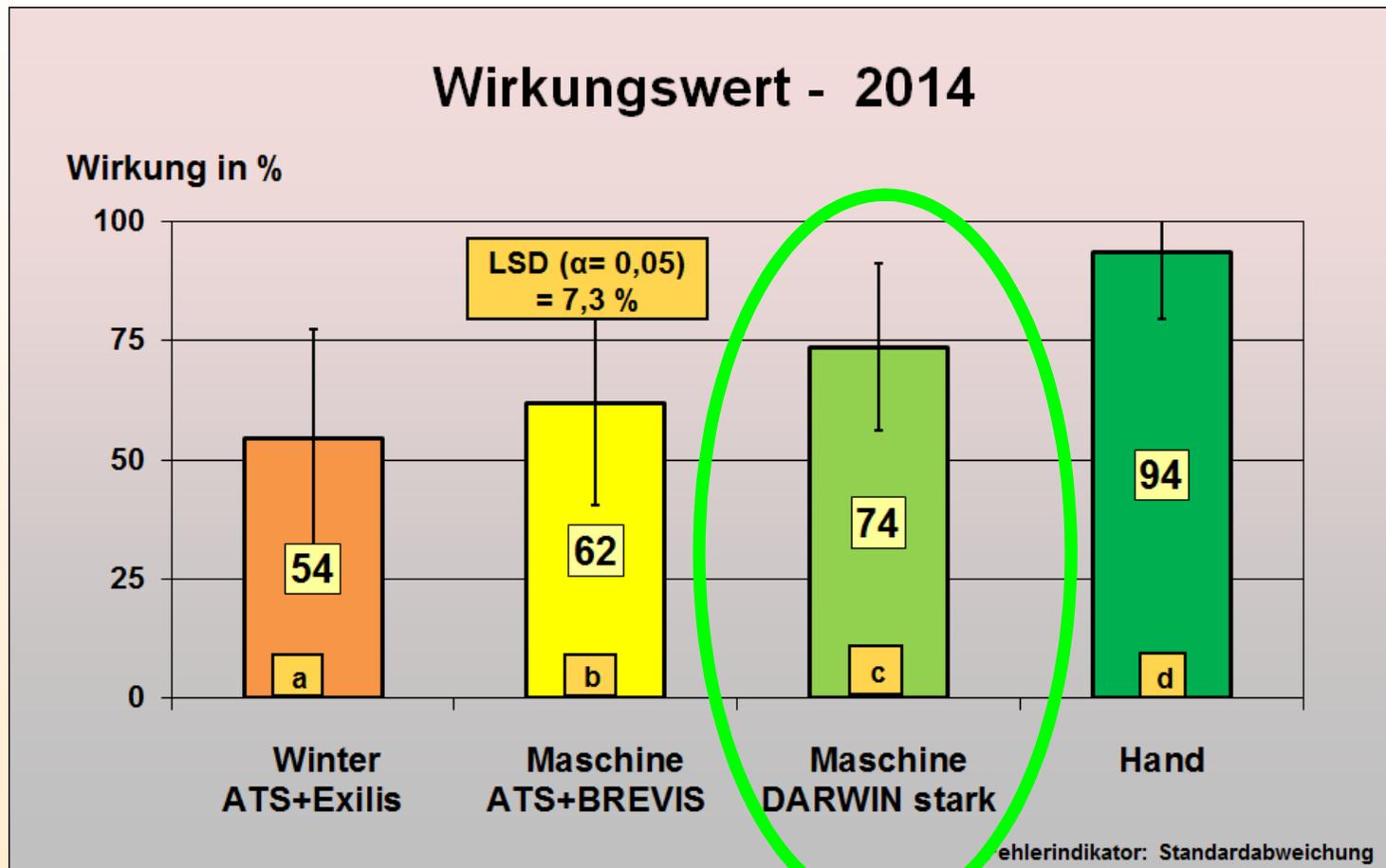
**=> Darwin-Einsatz senkte Zeitaufwand für Handausdünnung!**

# Maschineller Schnitt und Ausdünnung

## Versuchsanstellungen 2014

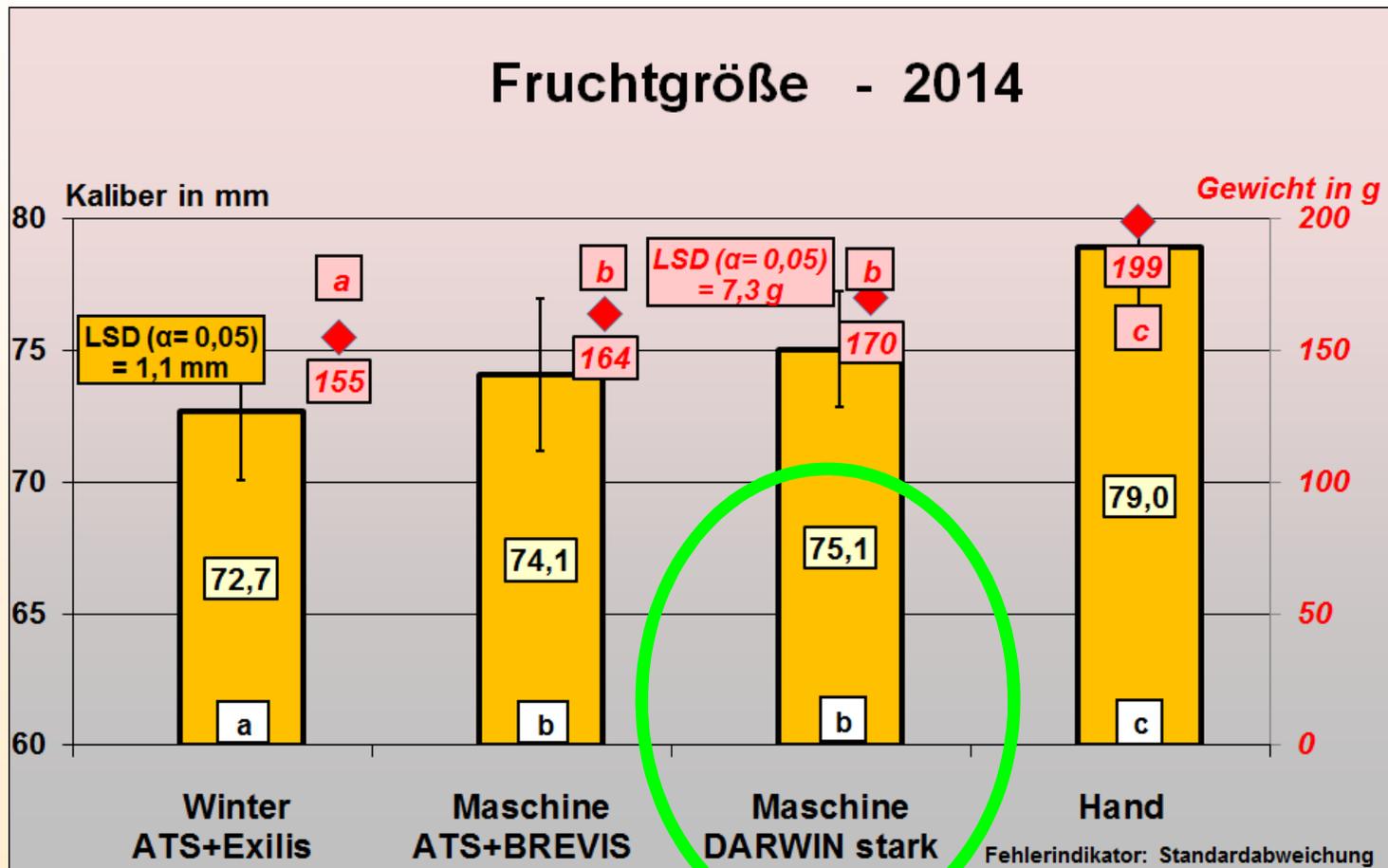
NR	VAR	Behandlung	Aufwand kg / l pro Hektar	Wassermenge/ha	Anwendung
1	ATS + BA	Winterschnitt + a. ATS b. BA (FINE)	a. AGRO N FL. 60L/ha b. EXILIS 7,5 l/ha 12 Ø mm vor Wärmephase	a. 1000 l/ha b. 1000 l/ha	1. Datum: VB 23.4.2014 10:25, 16,4°C, 30% R.LF 2. Datum: 16.5. 12mm Ø 9:15, 20,2°C, 43% R.LF
2	ATS + META	Maschinenschnitt + a. ATS b. + Metamitron spät 12mmØ	a. AGRO N FL. 60L/ha b. 2,2 kg/ha=333ppm BREVIS	a. 1000 l/ha b. 1000 l/ha	1. Datum: VB 23.4.2014 10:25; 16,4°C, 30% R.LF 2. Datum: 16.5. 12mmØ 8:10, 18,5°C, 44% R.LF
3	DAR	Maschinenschnitt + DARWIN stark	9km/h Fahrgeschwindigkeit 270 U/min Spindel	-	Datum: VB 23.4.2014 13:25; 21,4°C, 30% R.LF
4	HAND	Handausdünnung	Produktionsziel ~50 t/ha	-	Optimaler Fruchtbehang
Aufspannen der Hagelnetze zum Schutz nach Blühende				Datum: 5. Mai 14	12 Tage nach Vollblüte

# Maschineller Schnitt und Ausdünnung



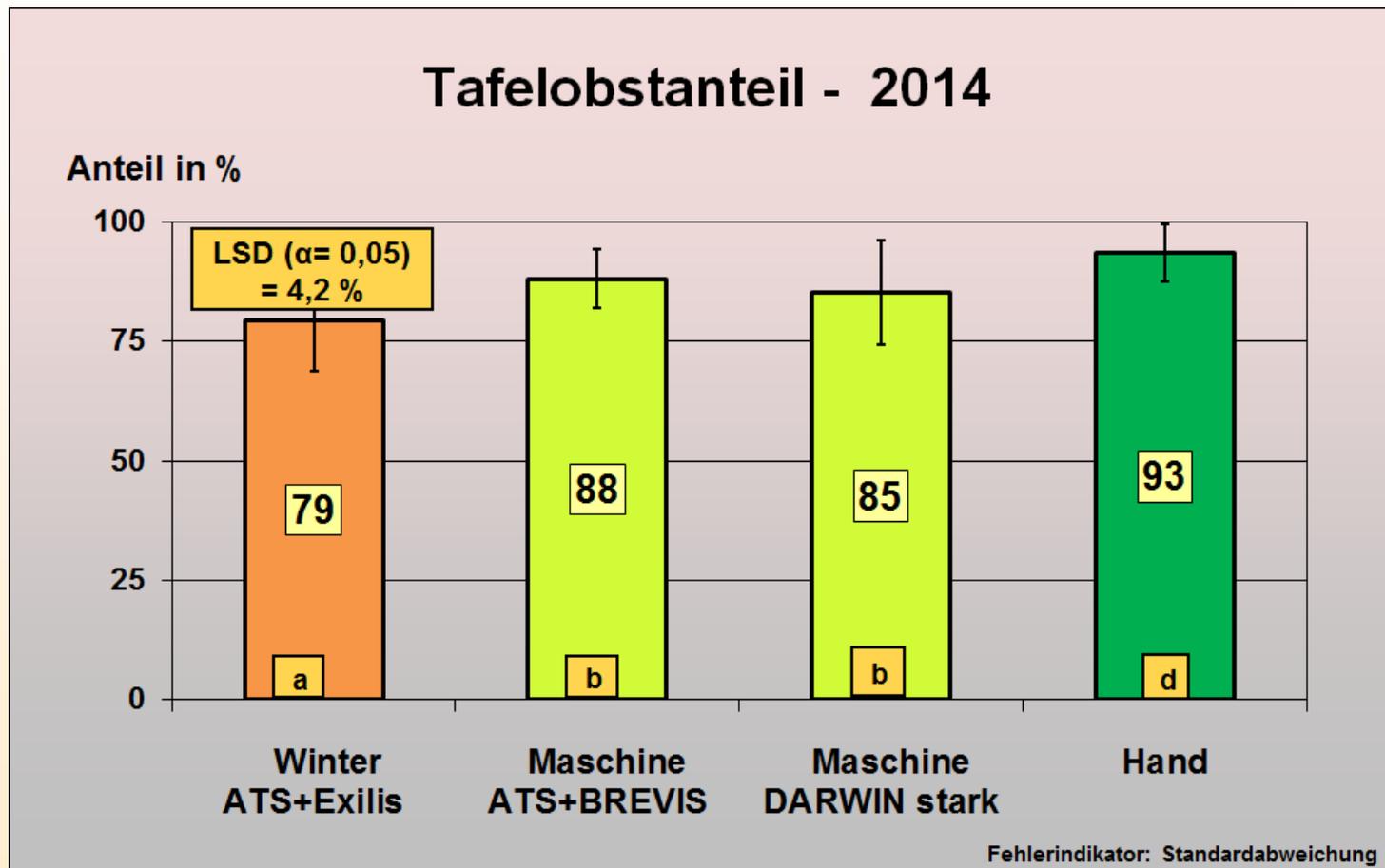
=> Die Darwin-Ausdünnung verbesserte die Wirkung.

# Maschineller Schnitt und Ausdünnung



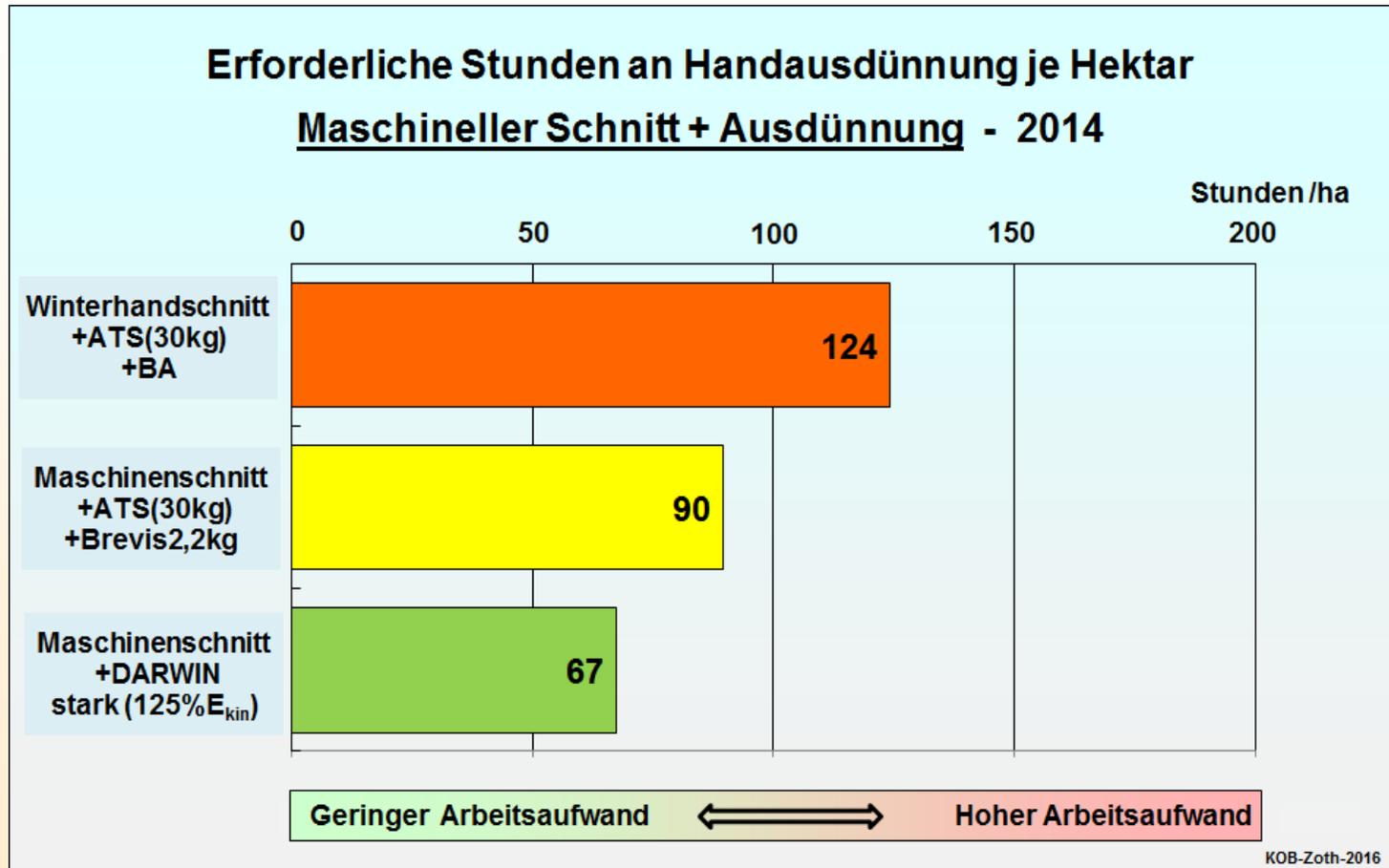
**=> Die Darwin-Ausdünnung förderte Fruchtgröße.**

# Maschineller Schnitt und Ausdünnung



**=> Darwin Tafelobstausbeute ist vergleichbar der Chemie.**

# Maschineller Schnitt und Ausdünnung



**=> Darwin reduzierte Arbeitszeitbedarf am besten.**

# ZUSAMMENFASSUNG

## Mechanische Ausdünnung / Maschineller Schnitt

korrespondiert ideal mit DARWIN-Ausdünngerät:

- **Frühe (Basis-)Ausdünnung zur (Vor-)Blüte**
  - **Dosierbar über Einstellungen (mittel / kräftig / stark):**
    - Spindelumdrehungen
    - Fahrgeschwindigkeit
  - **Chemische Wirkstoffe als Ergänzung möglich / (nötig)**
    - ATS, Ethephon, 6-Benzyladenin, Metamitron, ....
- => Kombination Schnitt-/Ausdünngerät**

# Ausblick



- => Darwin SmaArt Kamerasystem erkennt Blühstärke.**
- => Steuerung regelt Spindelumdrehung automatisch ein.**

# Mechanische Ausdünnung und maschineller Schnitt



**Dankeschön,  
für Ihre  
Geduld und  
Aufmerksamkeit.**

