



TU Clausthal

Entscheidungsverhalten im Newsvendorproblem: Adaptives Lernen im Experiment

Gemeinsamer Workshop der GOR-Arbeitsgruppen
„Entscheidungstheorie und –praxis“ und „OR im Umweltschutz“

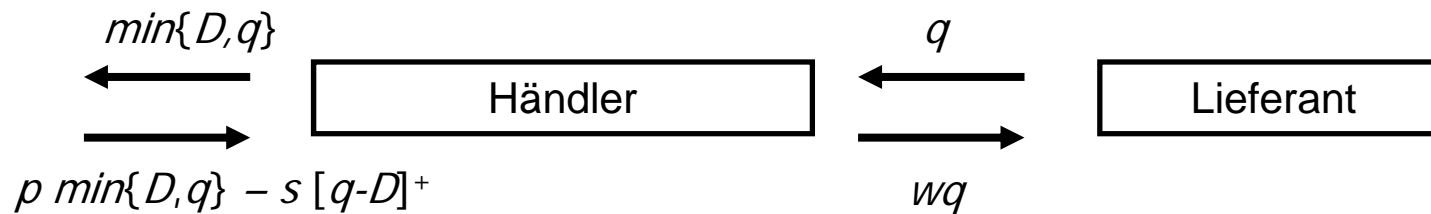
Energieforschungszentrum Niedersachsen (EFZN)

Christian Köster/Heike Y. Schenk-Mathes

Goslar, den 02.03.2012



Das Newsvendorproblem (Arrow, Harris and Marschak 1951)



D : Nachfrage; Annahmen: $F(D)$ ist bekannt, monoton steigend und differenzierbar

p : Marktpreis

q : Bestellmenge

w : Stückerkaufspreis

s : Entsorgungskosten



Das Newsvendorproblem

- Leicht normativ zu lösen...

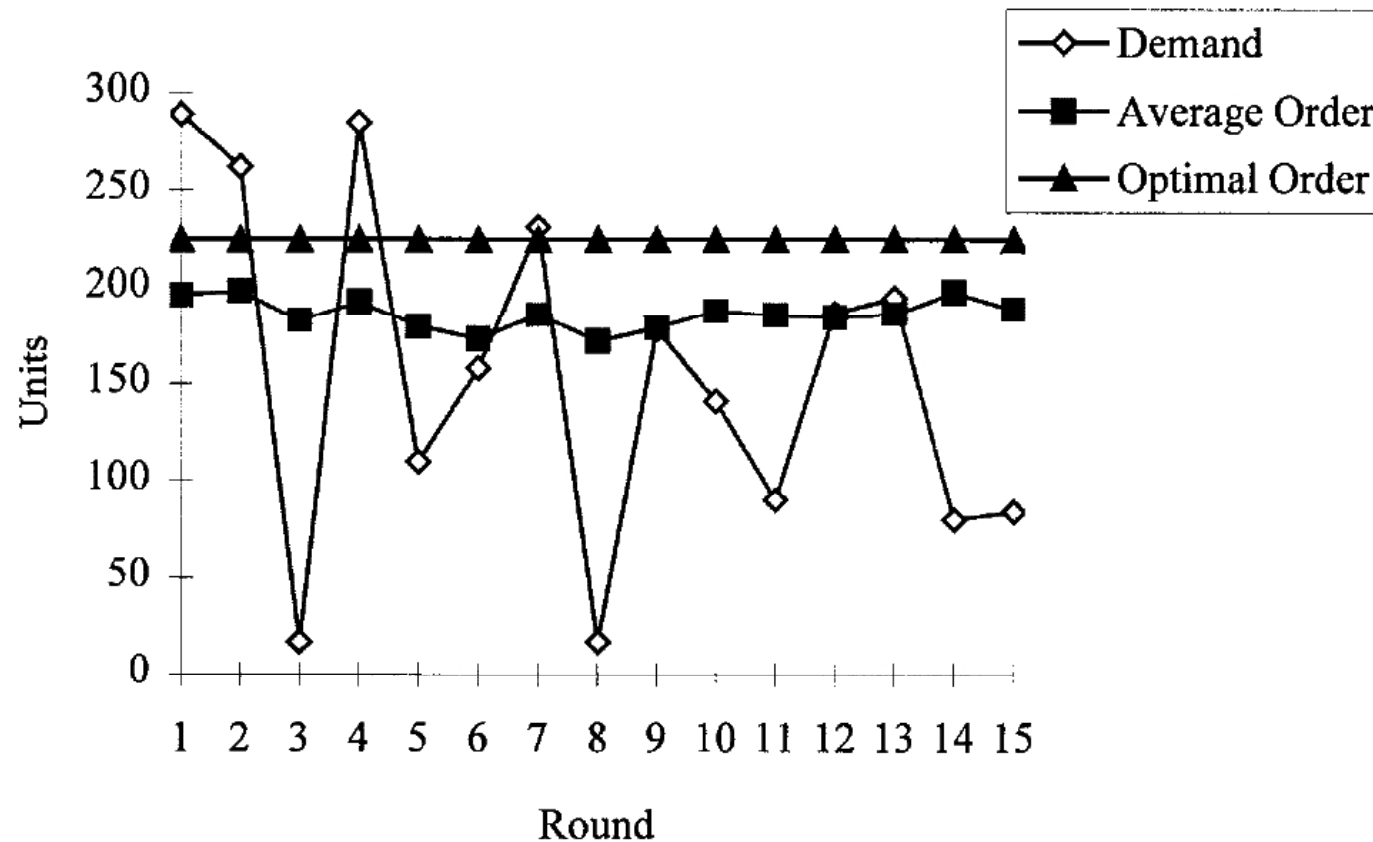
$$q_{opt} = F^{-1}\left(\frac{c_u}{c_o + c_u}\right) = F^{-1}\left(\frac{p - w}{p + s}\right)$$

- ...aber häufige Abweichungen in der Praxis zu beobachten:
 - z.B. gab Acer erst 10 Mio. \$ für die Expresslieferung von Monitoren aus, um kurz danach die gleiche Summe noch einmal an Lagerbeständen abzuschreiben. (Business Week) oder
 - es mussten in der Saison 2002 – 2003 12 Mio. von 95 Mio. Grippeimpfstoff-Einheiten in den USA vernichtet werden. Im nächsten Jahr wurden nur 83 Mio. Einheiten produziert und es kam zu erheblichen Engpässen und leider auch Grippetodesopfern (Cachon/Terwiesch, 2009).

Auch experimentell ergaben sich Abweichungen

- Festgestellt wurde eine zu geringe Bestellmenge bei High-Profit Produkten...

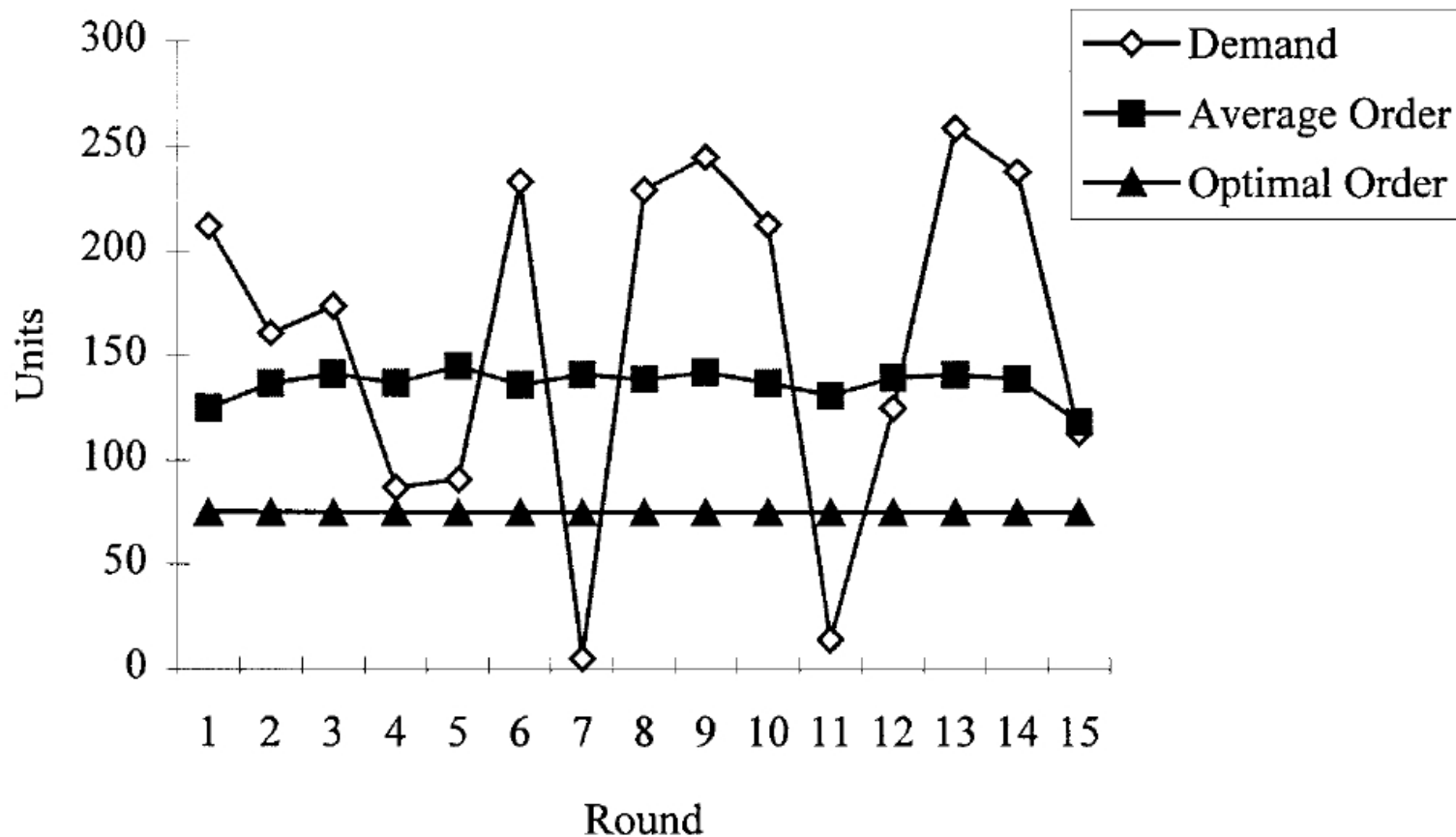
Demand and Order Quantities for the High-Profit Condition in Experiment 1



Quelle: Schweizer/Cachon (2000)

...und eine zu hohe Bestellmenge bei Low-Profit Produkten.

Demand and Order Quantities for the Low-Profit Condition in Experiment 1



Quelle: Schweizer/Cachon (2000)



- Die Effekte haben sich als außerordentlich robust herausgestellt.

Nachgewiesen wurde der Effekt u.a. von:

- Ben-Zion et. al. (2007), $D \sim U(1,300)$ und $D \sim N(150,50^2)$,
- Kremer/Katok/Minner/Wassenhove, (2007), $D \sim U(100,200)$,
- Bolton/Ockenfels/Thonemann (2008), $D \sim U(1,100)$,
- Bolton/Katok (2008), $D \sim U(50,150)$,
- Bostian/Holt/Smith (2008), $D \sim U(0,300)$,
- Lurie/Swaminathan (2008), $D \sim U(450,550)$ und $D \sim U(1,1000)$,
- Moritz (2010), $D \sim N(100,20^2)$,
- Kremer/Minner/Wassenhove, (2010), diskrete Verteilung
- Cui/Chen/Chen/Gavirneni (2011), $D \sim U(0,20.000)$,
- Rudi/Drake (2011), $D \sim N(1000,400^2)$,
- Vericourt/Bearden/Filipowicz (2011), $D \sim U(50,150)$ und $D \sim U(1,100)$ und
- Kalkanci/Chen/Erhun (2011), $D \sim U(0,100)$.

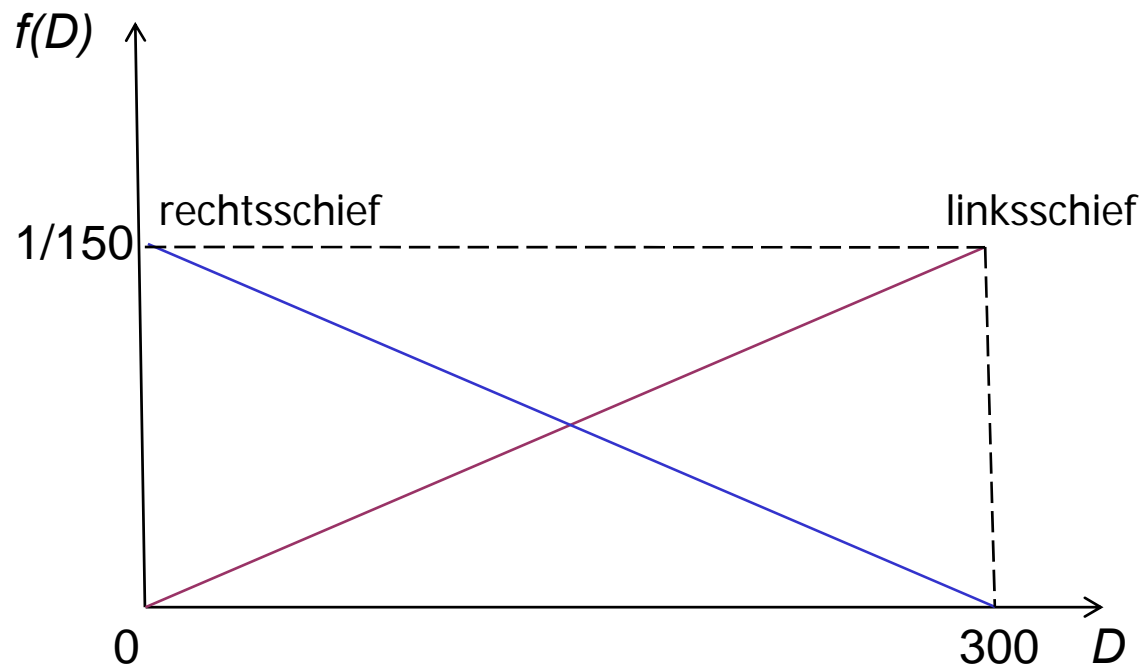
Bisher wurden lediglich symmetrische Nachfragefunktionen untersucht!



Erklärungsmodelle zum Verhalten im Newsvendorproblem	Erstmals diskutiert von	Geeignet?
Risikoaversion/freude	Schweitzer/Cachon (2000)	Nein
Prospect Theorie	Schweitzer/Cachon (2000)	Nein
Waste Aversion	Schweitzer/Cachon (2000)	Nein
Stockout Aversion	Schweitzer/Cachon (2000)	Nein
Unterschätzung von Opportunitätskosten	Schweitzer/Cachon (2000)	Nein
Anchoring and Insufficient Adjustment Bias	Schweitzer/Cachon (2000)	Ja
Chasing Newsvendor	Schweitzer/Cachon (2000)	Ja
Regretting Newsvendor	Schweitzer/Cachon (2000)	Ja
Overconfidence	Croson/Croson/Ren (2008)	Ja
Logit Choice	Su (2008)	Ja
Experienced Weighted Attraction	Bostian/Holt/Smith (2008)	Ja

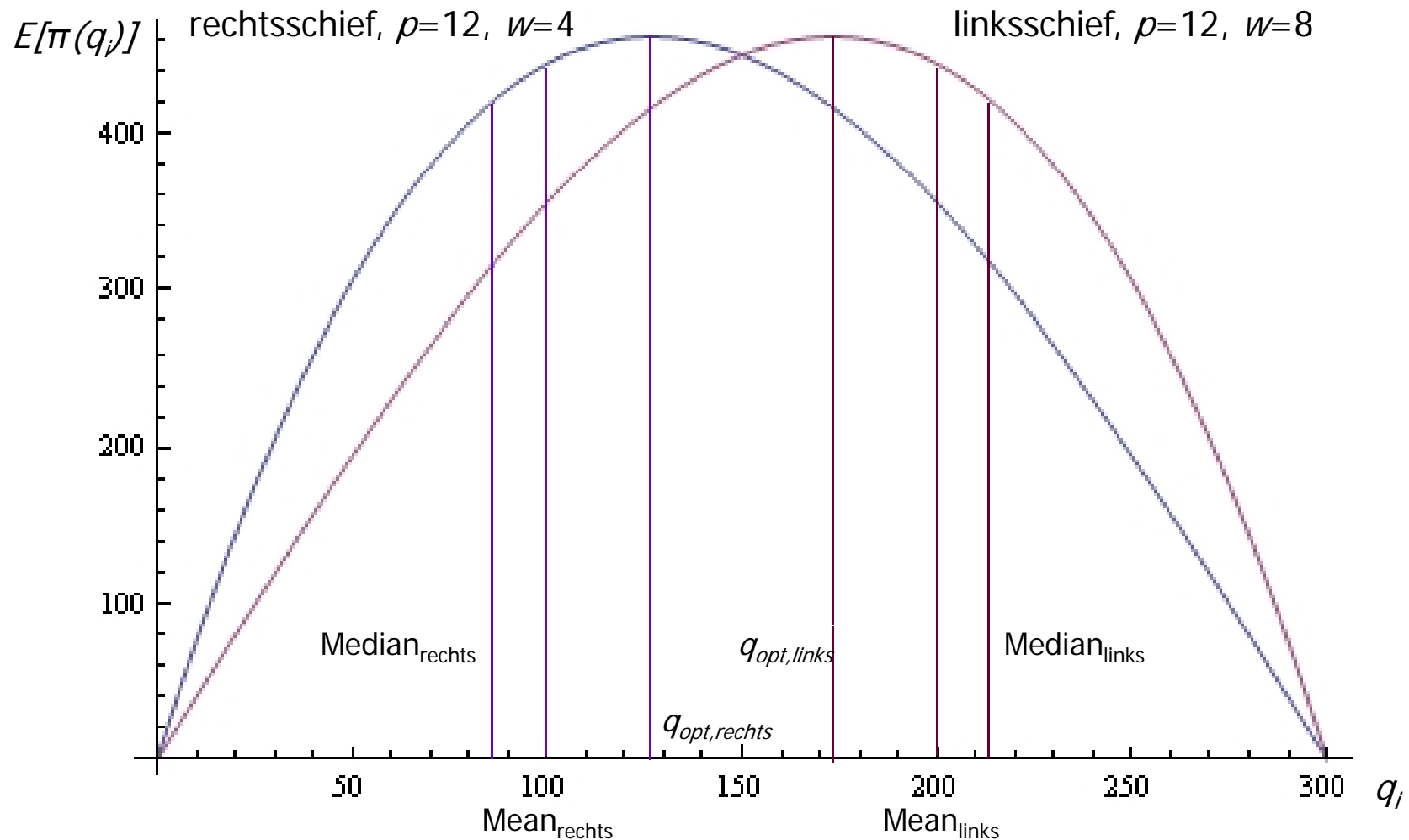
Experimentdesign

- Getestet wurden zwei Treatments: Treatment mit monoton steigender und Treatment mit monoton fallender Dichtefunktion, $D \sim (0,300)$



- Die Einkaufspreise w wurden dabei so festgelegt, dass die Funktionen des erwarteten Gewinns am Mittelpunkt des Wertbereichs der Nachfrage gespiegelt sind.

Verlauf der erwarteten Gewinne





Ablauf des Experiments

- Das Experiment wurde im Clausthaler Experimentallabor ExECUTE veranstaltet.
- Programmiert und durchgeführt wurde es mit z-Tree (Fischbacher 2007).
- Insgesamt nahmen 68 Studenten an dem Experiment teil; 30 im linksschiefen Treatment und 38 im rechtschiefen Treatment.
- Gespielt wurden jeweils 30 Perioden.
- Der Ablauf war in jeder Periode identisch:
 1. die Probanden gaben ihre Bestellmenge ab,
 2. die Nachfrage wurde zufällig analog der Dichtefunktion gezogen,
 3. anschließend erfuhren die Probanden die eingetretene Nachfrage, ihren Gewinn in der Periode und ihren kumulierten Gesamtgewinn.
- Die Probanden erhielten eine Antrittsprämie von 5 € und eine erfolgsabhängige Bezahlung von 0,1 Cent/Taler.
- Der erwartete Gewinn bei Spielen der normativen Lösung betrug 13,8 € bei ca. 1,5 h Dauer des Experiments.



Experience Weighted Attraction (EWA)

(Bostian/Holt/Smith 2008 und Kalkanci/Chen/Erhun 2011 basierend auf Camerer/Ho 1999)

- Es wird anhand eines multinominalen Logit Modells auf der Basis von zeitangepassten Gewichten $g_t(q_i)$ entschieden, welche wiederum auf den kontrafaktischen Gewinnen $\pi_t^*(q_i, D_t^*)$ aufbauen:

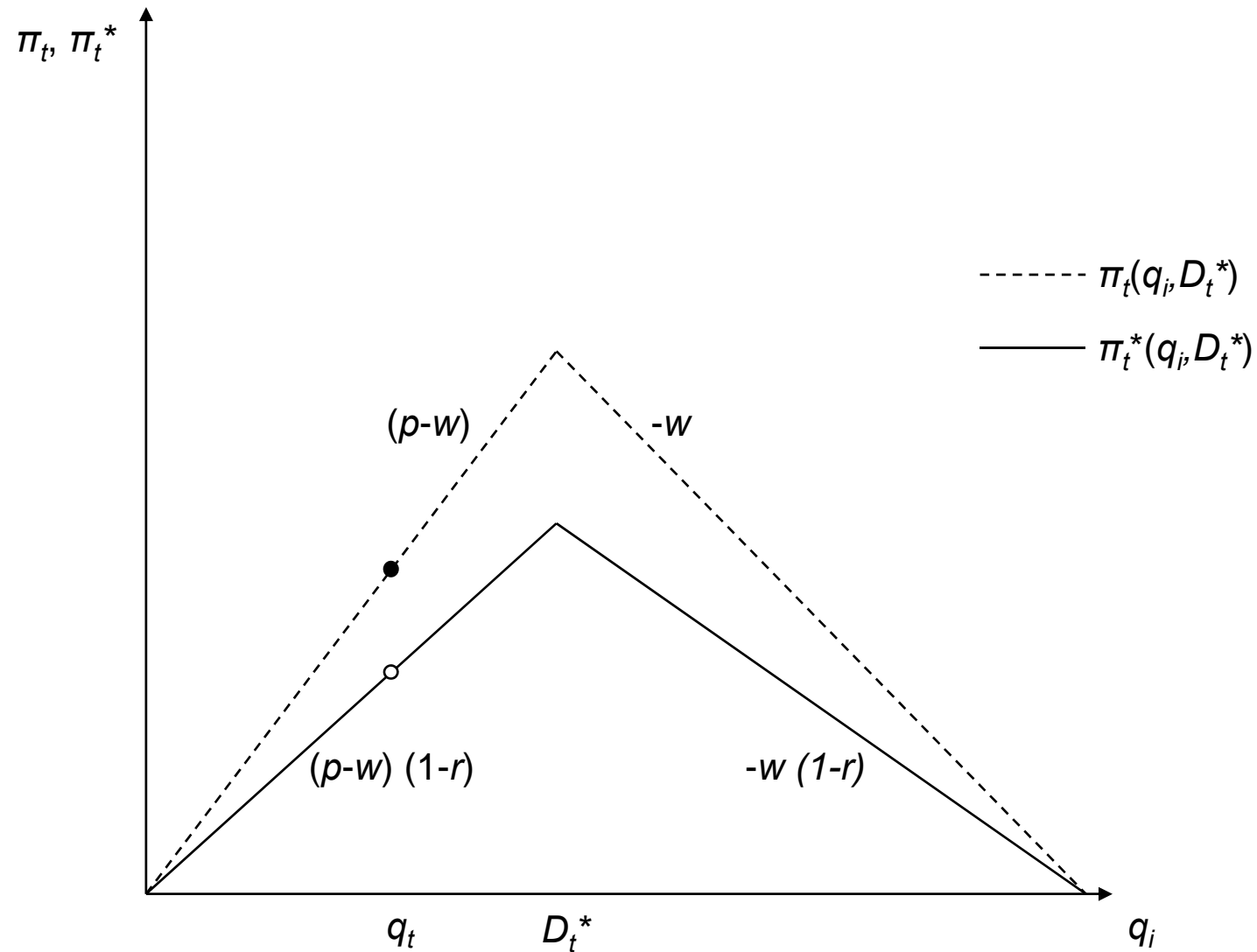
$$\pi_t^*(q_i, D_t^*) = \begin{cases} \pi_t(q_i, D_t^*) & \text{wenn } q_i = q_t \\ (1-r) \pi_t(q_i, D_t^*) & \text{sonst} \end{cases}$$

$$\text{mit } \pi_t(q_i, D_t^*) = \begin{cases} (p-w)q_i & \text{wenn } q_i \leq D_t^* \\ pD_t^* - wq_i & \text{sonst} \end{cases}$$

D_t^* : Indikator der Nachfrageentwicklung zum Zeitpunkt t



Beispielhafte kontrafaktische Gewinnfunktion bei gegebener Nachfrage D_t^*





EWA (2)

- Berechnung der Gewichte:

$$g_t(q_i) = \frac{1-\rho}{1-\rho^{t+1}} \pi_t^*(q_i, D_t^*) + \rho \frac{1-\rho^t}{1-\rho^{t+1}} g_{t-1}(q_i)$$

- Diese gehen dann in die Berechnung der Logit-Wahrscheinlichkeiten ein:

$$Pr_{t+1}(q_i) = \frac{e^{\frac{g_t(q_i)}{\mu}}}{\sum_{k=0}^{300} e^{\frac{g_t(q_k)}{\mu}}}$$



Zum Vergleich der Modelle wird das Schwarz-Kriterium (Schwarz, 1978) verwendet:

$$SC = -2 ll + k \ln(n) \rightarrow \text{Min!}$$

mit

ll : Log-Likelihood

k : zu schätzende Parameter des Modells

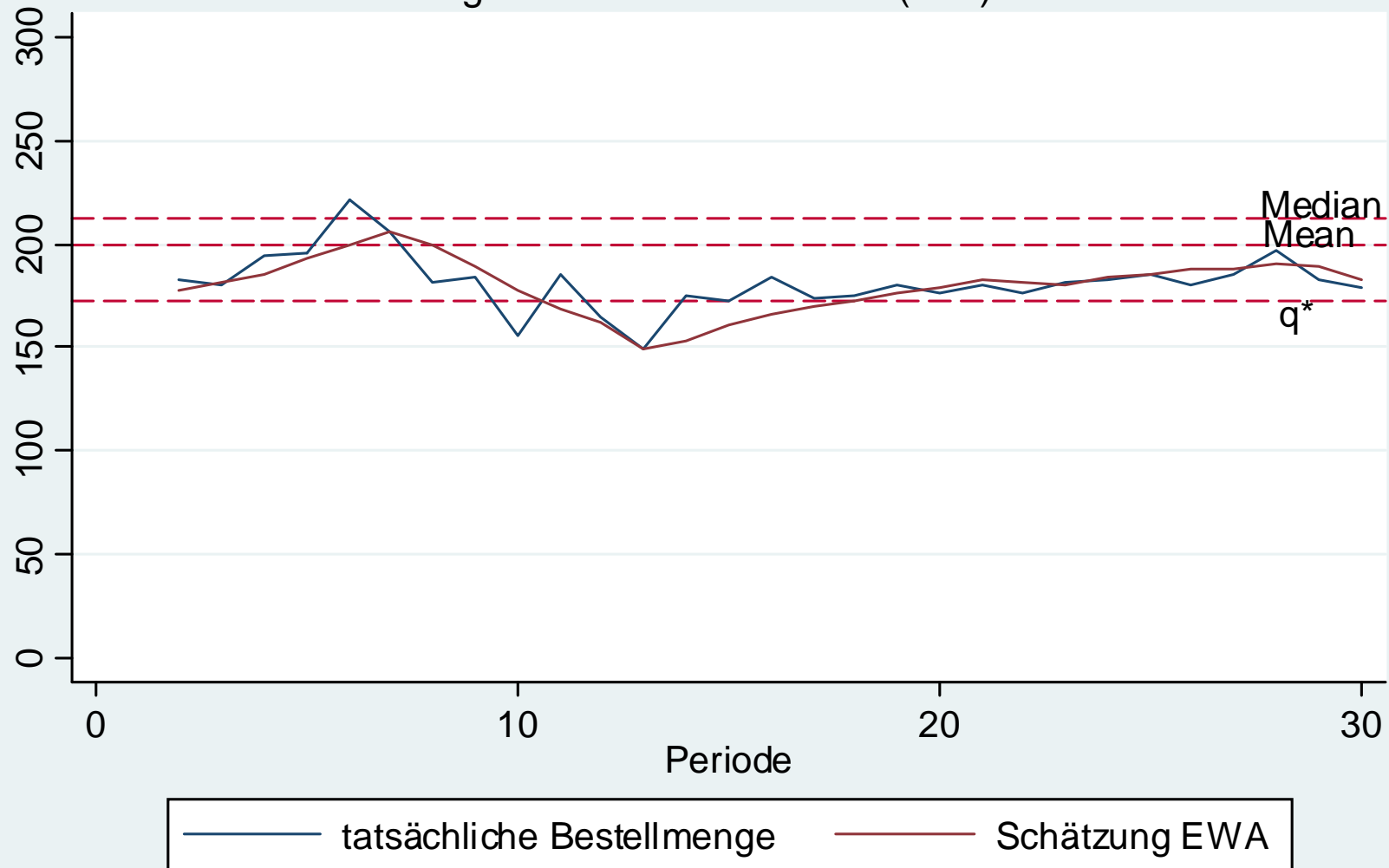
n : Anzahl der Beobachtungen



Welcher Nachfrageindikator D_t^* ist für die Berechnung der kontrafaktischen Gewinne heranzuziehen?

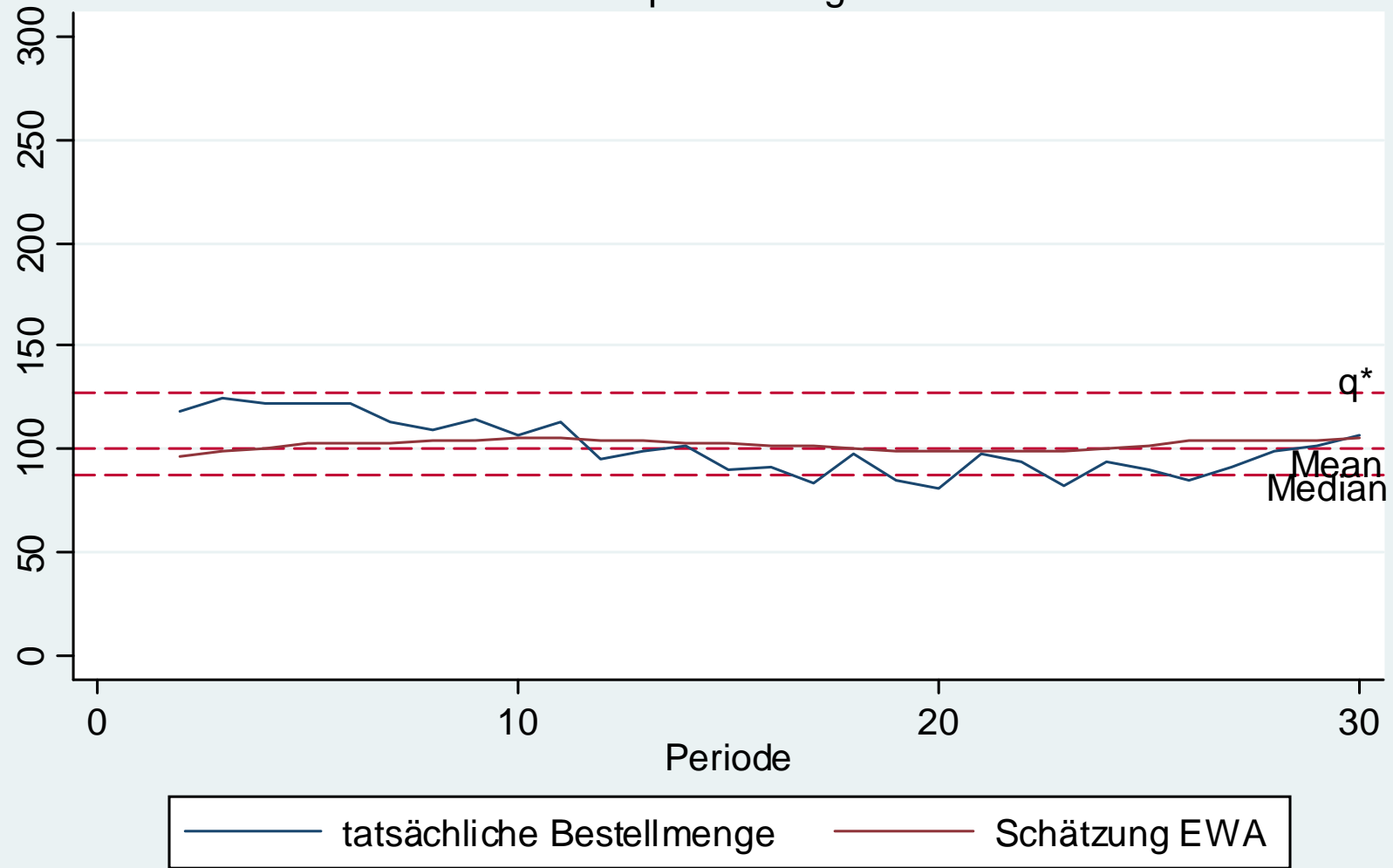
	linksschief			rechtsschief		
	Gesamt- durchschnitt	Gleitende Durchschnitte (n=2)	Exp. Glättung	Gesamt- durchschnitt	Gleitende Durchschnitte (n=16)	Exp. Glättung
ρ	0,8733	0,9344	0,8983	0,7913	0,7880	0,8878
r	0,7452	0,6947	0,6845	0,6523	0,6445	0,7483
μ	50,5063	38,5049	42,2351	55,9835	55,2248	41,0949
α	-	-	0,5943	-	-	0,0663
II	-3.079,06	-3.070,77	-3.094,64	-4.537,09	-4.524,24	-4.454,42
SC	6.178,42 (k = 3)	6.168,63 (k = 4)	6.216,35 (k = 4)	9.095,20 (k = 3)	9.076,49 (k = 4)	8.936,86 (k = 4)

Schätzungen linksschiefes Treatment gleitende Durchschnitte (n=2)





Schätzungen rechtsschiefes Treatment exp. Glättung





Erklärungsmodelle im Lichte des Schwarz-Kriteriums

	rechtsschief		linksschief	
	Log Likelihood	Schwarz Kriterium	Log Likelihood	Schwarz Kriterium
Demand Chasing	-5.364,73	10.743,48	-4.283,98	8.581,49
Anchoring and Insufficient Adjustment	-5.393,09	10.800,18	-4.386,76	8.787,06
Regretting Newsvendor	-5.393,09	10.800,18	-4.386,76	8.787,06
Logit Choice	-5.725,06	11.477,12	-4.410,19	8.827,14
Experienced Weighted Attraction	-4.454,42	8.936,68	-3.070,77	6.168,63



Die Erklärungsmodelle im Licht unserer Ergebnisse	Erstmals diskutiert von	Geeignet?
Risikoaversion/freude	Schweitzer/Cachon (2000)	Nein
Prospect Theorie	Schweitzer/Cachon (2000)	Nein
Waste Aversion	Schweitzer/Cachon (2000)	Nein
Stockout Aversion	Schweitzer/Cachon (2000)	Nein
Unterschätzung von Opportunitätskosten	Schweitzer/Cachon (2000)	Nein
Anchoring and Insufficient Adjustment Bias	Schweitzer/Cachon (2000)	Mäßig
Chasing Newsvendor	Schweitzer/Cachon (2000)	Mäßig
Regretting Newsvendor	Schweitzer/Cachon (2000)	Mäßig
Overconfidence	Croson/Croson/Ren (2008)	Mäßig
Logit Choice	Su (2008)	Nein
Experienced Weighted Attraction	Bostian/Holt/Smith (2008)	Ja!



Fazit

- Experienced Weighted Attraction ist mit weitem Abstand das beste Erklärungsmodell der untersuchten Problemstellung.
- Es gelingt eine bessere Erklärung der Daten, wenn der Indikator für die Nachfrageentwicklung nicht alle Nachfragemengen enthält.
- **Experienced Weighted Attraction eignet sich als Prognose-Instrument. D.h., das reale Entscheidungsverhalten von Entscheidungsträgern sollte bei der Prognose berücksichtigt werden.**
- **Lernen im Newsvendorproblem führt nicht automatisch zu einer Bewegung in Richtung der optimalen Bestellmenge q^* .**
- **Entscheidungsunterstützungssysteme sind selbst bei einfachen Problemstellungen wie dem Newsvendorproblem notwendig, um Ineffizienzen und Ressourcenverschwendung zu vermeiden.**