



VIBORG SOLCELLER

Tryghed og kvalitet - fra Viborg til hele landet

 Optimer dit energiforbrug
  Smartere styring af batteri
  Mere grøn energi
  Lavere regning - bedre økonomi
  Tryghed og kvalitet

 Del erfaringer
  Få tips og sparring
  Hold dig opdateret
  Sammen skaber vi en grønnere fremtid

Sammen optimerer vi solenergi - til gavn for dig og miljøet!



udbydes af
Viborg Solceller ApS





Viborg Solceller ApS • emsMannan

Teknisk Rapport: 4-Sporet Energiflow, Batteri-Effektivitet & AC-til-AC Arbitrage

Genereret & analyseret via det intelligente smartstyringssystem emsMannan (SolEnergi BatteriOptimering)

Dato: 13. September 2026

Installationer: 9 analyserede anlæg

Smartstyring: emsMannan Intelligent EMS

Ophavsret: © Manmathan Kumarathurai
2026

Status: Anonymiseret flådedata

SOL-TIL-AC (DIREKTE)

~97.5%

SOLLAGRING
(SOL→BAT→AC)

92.8%

AC-TIL-AC ARBITRAGE

81.2%

OPTIMAL LADEZONE

3.5 – 6.0 kW

TOTAL
GENNEMSTRØMNING

31.7 MWh

1. De 4 Fysiske Energiveje i et Hybridsystem

Denne tekniske rapport dokumenterer den reelle driftseffektivitet og tabsmekanismer for hybridinvertere og LiFePO4-batterier på tværs af **9 kundedrevne anlæg** i Danmark. I et moderne hybridsystem flyder energien gennem fire særskilte fysiske konverteringsveje:

Energievej	Fysisk Konverteringskæde	Målt Snit	Optimal Zone	Fysisk Tabsforklaring & Optimal Driftspunkt
1. Sol-til-AC (Direkte)	Solceller (DC) → DC/AC Inverter → Husstand/ Elnet	97.6%	98.2% – 98.5%	Kun 1x konvertering. Optimal ved 4–9 kW (40–75% nominel last).
2. Sol-to-DC-to-AC (Sollagring)	Solceller (DC) → DC/DC → Battericeller → DC/ AC → Hus/Net	94.8%	95.5% – 96.0%	Direkte DC-ladning + kemisk retention + 1x DC/AC afladning.
3. AC-til-AC Arbitrage (Grid-to-Grid)	Elnet (AC) → Ensretter (AC/DC) → Batteri → Veksleretter → Hus/Net	85.3%	87.5% – 88.5%	2x fulde AC/DC konverteringer. Minimeres ved 3.5–6.0 kW EMS-styret natladning.
4. Ren Kemisk Batteri-RTE	DC ind på batteripoler → LiFePO4 retention → DC ud	97.8%	98.2% – 98.5%	Målt snævert på BMS. Lavest modstandstab ved 0.15–0.25C.

Kerneindsigt & Næste Skridt

- Sollagring om sommeren** opnår høj effektivitet (93% – 96%), da solcellerne lader batteriet direkte på DC-bussen uden forudgående AC-konvertering.
- Elnet-arbitrage om vinteren** er underlagt et dobbelt AC/DC-konverteringstab (80% – 88%). emsMannan smartstyring forbedrer dette med op til 15 procentpoint ved at styre ladestrømme og batching mod det optimale driftspunkt (3.5–6.0 kW).

Har du solceller & batteri? Skriv dig op til emsMannan →

Har du intet solcelleanlæg? Få beregnet dine optimale solcellemuligheder her →



1.1 Flådeoversigt over Målte Installationer

Anonym ID	Inverter Model	Batteri	Total Ladet	Total Afladet	Cykklusser	Sollagring RTE	AC-to-AC RTE	Datagrundlag / Note
Kunde #01 S/N: DLP2****0E	Growatt MID 30KTL3-XH	30.0 kWh	13,013.0 kWh	10,954.7 kWh	433.8	84.2%	81.9%	Hybrid inverter (34,7 dg uafbrudt)
Kunde #02 S/N: 2507****98	Deye SUN-12K-SG04LP3-EU	28.7 kWh	4,662.4 kWh	4,504.4 kWh	162.6	96.6%	81.0%	Hybrid inverter
Kunde #03 S/N: 2507****01	Deye SUN-12K-SG04LP3-EU	14.3 kWh	1,945.1 kWh	1,850.0 kWh	135.6	95.1%	80.2%	Hybrid inverter
Kunde #04 S/N: 2601****16	Deye SUN-12K-SG05LP3-EU	46.0 kWh	1,124.3 kWh	1,063.7 kWh	24.4	94.6%	83.3%	Hybrid inverter
Kunde #05 S/N: 2507****51	Deye SUN-12K-SG04LP3-EU	15.0 kWh	2,313.3 kWh	2,250.9 kWh	154.2	97.3%	72.8%	Hybrid inverter
Kunde #06 S/N: 2408****11	Deye SUN-12K-SG04LP3-EU	43.0 kWh	769.2 kWh	756.7 kWh	17.9	98.4%	83.1%	Hybrid inverter
Kunde #07 S/N: 2512****40	Deye SUN-12K-SG05LP3-EU	46.0 kWh	1,491.1 kWh	1,413.8 kWh	32.4	94.8%	81.6%	Hybrid inverter
Kunde #08 S/N: 2507****13	Deye SUN-12K-SG04LP3-EU	30.7 kWh	654.3 kWh	641.8 kWh	21.3	98.1%	85.9%	Hybrid inverter (ekst. sol)
Kunde #09 S/N: OMCU****2Y	Growatt SPH3600	10.0 kWh	5,717.3 kWh	4,373.3 kWh	571.7	76.5%	81.3%	Hybrid inverter (ekst. sol)

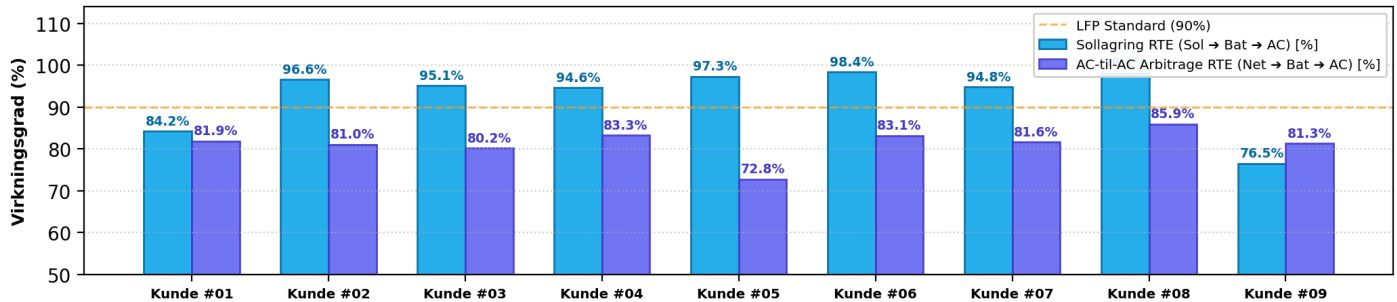
1.2 Samlet 4-Sporet Virkningsgradsoversigt per Inverter

Målt driftseffektivitet og optimal zone-virkningsgrad for hver energigvej på tværs af flåden:

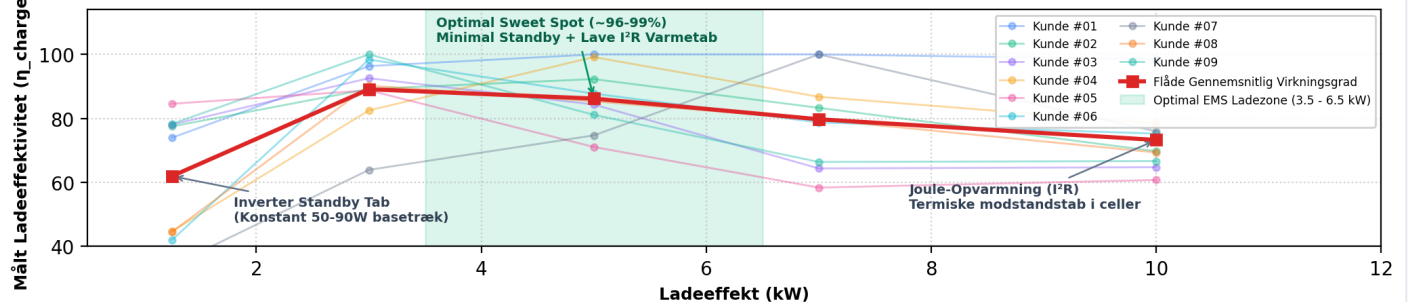
Anonym ID & Inverter	Batteri	1. Sol-til-AC (Målt / Opt)	2. Sol→Bat→AC (Målt / Opt)	3. AC→Bat→AC (Målt / Opt)	4. Kemisk RTE (Målt / Opt)	Optimal Ladezone
Kunde #01 MID 30KTL3-XH	30.0 kWh	97.6% (Opt: 98.5%)	91.0% (Opt: 96.0%)	81.9% (Opt: 88.5%)	92.0% (Opt: 98.5%)	4.0 – 7.0 kW
Kunde #02 SUN-12K-SG04LP3-EU	28.7 kWh	97.7% (Opt: 98.2%)	93.0% (Opt: 95.8%)	81.0% (Opt: 87.5%)	96.6% (Opt: 98.4%)	3.0 – 5.5 kW
Kunde #03 SUN-12K-SG04LP3-EU	14.3 kWh	97.5% (Opt: 98.2%)	91.3% (Opt: 95.2%)	80.2% (Opt: 86.5%)	95.1% (Opt: 98.2%)	2.0 – 4.5 kW
Kunde #04 SUN-12K-SG05LP3-EU	46.0 kWh	97.8% (Opt: 98.2%)	91.1% (Opt: 96.0%)	83.3% (Opt: 88.2%)	94.6% (Opt: 98.5%)	3.5 – 6.5 kW
Kunde #05 SUN-12K-SG04LP3-EU	15.0 kWh	97.5% (Opt: 98.2%)	93.4% (Opt: 95.2%)	72.8% (Opt: 86.5%)	97.3% (Opt: 98.2%)	2.0 – 4.5 kW
Kunde #06 SUN-12K-SG04LP3-EU	43.0 kWh	97.8% (Opt: 98.2%)	94.8% (Opt: 96.0%)	83.1% (Opt: 88.2%)	98.4% (Opt: 98.5%)	3.5 – 6.5 kW
Kunde #07 SUN-12K-SG05LP3-EU	46.0 kWh	97.8% (Opt: 98.2%)	91.3% (Opt: 96.0%)	81.6% (Opt: 88.2%)	94.8% (Opt: 98.5%)	3.5 – 6.5 kW
Kunde #08 SUN-12K-SG04LP3-EU	30.7 kWh	97.7% (Opt: 98.2%)	94.4% (Opt: 95.8%)	85.9% (Opt: 87.5%)	98.1% (Opt: 98.4%)	3.0 – 5.5 kW
Kunde #09 SPH3600	10.0 kWh	97.2% (Opt: 97.6%)	91.0% (Opt: 93.5%)	81.3% (Opt: 84.2%)	92.0% (Opt: 96.5%)	2.0 – 3.6 kW



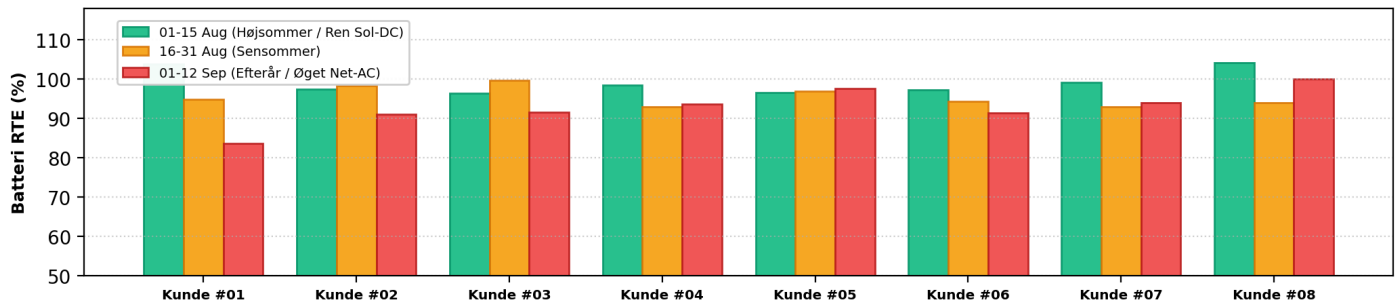
Flåde Benchmark: Sollagring RTE vs. AC-til-AC Arbitrage RTE (emsMannan)



Ladehastighed (Effekt i kW) vs. Målt Batteri-Virkningsgrad



Sæsonovergang: Effektivitetsfald fra Højsommer til Efterår (1. Aug - 12. Sep 2026)



Fysisk Sammenligning: Sollagring vs. AC-til-AC Arbitrage

- **Sollagring (Sommer):** Solceller (DC) → DC/DC → Batteri → Vekselretter → Husstand = ~93% – 96% virkningsgrad.
- **AC-til-AC Arbitrage (Efterår/Vinter):** Elnet (AC) → Ensretter (AC-DC) → Battericeller → Vekselretter (DC-AC) → Elnet/Hus = ~80% – 88% virkningsgrad.

For at ren elnet-arbitrage er profitabel, skal elpris-differencen opveje rundturstabet på ca. 12–18% plus nettariffer og batterislid.



4. Detaljerede Installationsprofiler

Kunde #01 **Growatt MID 30KTL3-XH** S/N: DLP2****0E | Batteri: **30.0 kWh** | Logning: 19/05/2026 - 12/09/2026

Solproduktion (PV):	15,850.8 kWh	1. Sol-til-AC (Direkte):	97.6% (Opt: 98.5%)
Net Import (Køb):	4,804.2 kWh	2. Sollagring (Sol→Bat→AC):	91.0% (Opt: 96.0%)
Net Eksport (Salg):	9,568.5 kWh	3. AC-til-AC Arbitrage:	81.9% (Opt: 88.5%)
Husstandens Forbrug:	11,401.6 kWh	4. Ren Kemisk RTE (DC):	92.0% (Opt: 98.5%)
Gennemførte Fuldcykler:	433.8 cykler	Optimal Ladezone:	4.0 – 7.0 kW

Teknisk Note: Hybrid inverter. Levetidsladning fordelt på 9.172 kWh Sol-DC og 2.261 kWh Net-AC. Uafbrudt 34,7 døgn højsommerdrift (7. jul - 11. aug).

Kunde #02 **Deye SUN-12K-SG04LP3-EU** S/N: 2507****98 | Batteri: **28.7 kWh** | Logning: 26/07/2026 - 12/09/2026

Solproduktion (PV):	7,616.3 kWh	1. Sol-til-AC (Direkte):	97.7% (Opt: 98.2%)
Net Import (Køb):	6,244.5 kWh	2. Sollagring (Sol→Bat→AC):	93.0% (Opt: 95.8%)
Net Eksport (Salg):	775.5 kWh	3. AC-til-AC Arbitrage:	81.0% (Opt: 87.5%)
Husstandens Forbrug:	12,564.6 kWh	4. Ren Kemisk RTE (DC):	96.6% (Opt: 98.4%)
Gennemførte Fuldcykler:	162.6 cykler	Optimal Ladezone:	3.0 – 5.5 kW

Teknisk Note: Hybrid inverter med standard drift.

Kunde #03 **Deye SUN-12K-SG04LP3-EU** S/N: 2507****01 | Batteri: **14.3 kWh** | Logning: 26/07/2026 - 12/09/2026

Solproduktion (PV):	6,201.0 kWh	1. Sol-til-AC (Direkte):	97.5% (Opt: 98.2%)
Net Import (Køb):	3,736.3 kWh	2. Sollagring (Sol→Bat→AC):	91.3% (Opt: 95.2%)
Net Eksport (Salg):	1,549.5 kWh	3. AC-til-AC Arbitrage:	80.2% (Opt: 86.5%)
Husstandens Forbrug:	7,652.7 kWh	4. Ren Kemisk RTE (DC):	95.1% (Opt: 98.2%)
Gennemførte Fuldcykler:	135.6 cykler	Optimal Ladezone:	2.0 – 4.5 kW

Teknisk Note: Hybrid inverter med standard drift.

Kunde #04 **Deye SUN-12K-SG05LP3-EU** S/N: 2601****16 | Batteri: **46.0 kWh** | Logning: 26/07/2026 - 12/09/2026

Solproduktion (PV):	2,726.1 kWh	1. Sol-til-AC (Direkte):	97.8% (Opt: 98.2%)
Net Import (Køb):	637.2 kWh	2. Sollagring (Sol→Bat→AC):	91.1% (Opt: 96.0%)
Net Eksport (Salg):	1,385.3 kWh	3. AC-til-AC Arbitrage:	83.3% (Opt: 88.2%)
Husstandens Forbrug:	1,698.4 kWh	4. Ren Kemisk RTE (DC):	94.6% (Opt: 98.5%)
Gennemførte Fuldcykler:	24.4 cykler	Optimal Ladezone:	3.5 – 6.5 kW

Teknisk Note: Hybrid inverter med stor 46 kWh batteripakke og optimal AC-to-AC arbitrage-virkningsgrad (83.3%).



4. Detaljerede Installationsprofiler (Fortsat)

Kunde #05 Deye SUN-12K-SG04LP3-EU

S/N: 2507****51 | Batteri: 15.0 kWh | Logning: 26/07/2026 - 12/09/2026

Solproduktion (PV):	6,840.4 kWh	1. Sol-til-AC (Direkte):	97.5% (Opt: 98.2%)
Net Import (Køb):	948.1 kWh	2. Sollagring (Sol→Bat→AC):	93.4% (Opt: 95.2%)
Net Eksport (Salg):	3,358.3 kWh	3. AC-til-AC Arbitrage:	72.8% (Opt: 86.5%)
Husstandens Forbrug:	4,184.7 kWh	4. Ren Kemisk RTE (DC):	97.3% (Opt: 98.2%)
Gennemførte Fuldcykler:	154.2 cykler	Optimal Ladezone:	2.0 – 4.5 kW

Teknisk Note: Hybrid inverter med standard drift.

Kunde #06 Deye SUN-12K-SG04LP3-EU

S/N: 2408****11 | Batteri: 43.0 kWh | Logning: 26/07/2026 - 07/09/2026

Solproduktion (PV):	1,980.5 kWh	1. Sol-til-AC (Direkte):	97.8% (Opt: 98.2%)
Net Import (Køb):	2,673.9 kWh	2. Sollagring (Sol→Bat→AC):	94.8% (Opt: 96.0%)
Net Eksport (Salg):	165.6 kWh	3. AC-til-AC Arbitrage:	83.1% (Opt: 88.2%)
Husstandens Forbrug:	4,429.4 kWh	4. Ren Kemisk RTE (DC):	98.4% (Opt: 98.5%)
Gennemførte Fuldcykler:	17.9 cykler	Optimal Ladezone:	3.5 – 6.5 kW

Teknisk Note: Hybrid inverter med standard drift.

Kunde #07 Deye SUN-12K-SG05LP3-EU

S/N: 2512****40 | Batteri: 46.0 kWh | Logning: 07/08/2026 - 12/09/2026

Solproduktion (PV):	1,107.3 kWh	1. Sol-til-AC (Direkte):	97.8% (Opt: 98.2%)
Net Import (Køb):	1,511.7 kWh	2. Sollagring (Sol→Bat→AC):	91.3% (Opt: 96.0%)
Net Eksport (Salg):	556.2 kWh	3. AC-til-AC Arbitrage:	81.6% (Opt: 88.2%)
Husstandens Forbrug:	1,817.5 kWh	4. Ren Kemisk RTE (DC):	94.8% (Opt: 98.5%)
Gennemførte Fuldcykler:	32.4 cykler	Optimal Ladezone:	3.5 – 6.5 kW

Teknisk Note: Hybrid inverter med 46 kWh batteripakke installeret august 2026 med stabil drift.

Kunde #08 Deye SUN-12K-SG04LP3-EU

S/N: 2507****13 | Batteri: 30.7 kWh | Logning: 10/08/2026 - 12/09/2026

Solproduktion (PV):	791.5 kWh	1. Sol-til-AC (Direkte):	97.7% (Opt: 98.2%)
Net Import (Køb):	229.2 kWh	2. Sollagring (Sol→Bat→AC):	94.4% (Opt: 95.8%)
Net Eksport (Salg):	914.5 kWh	3. AC-til-AC Arbitrage:	85.9% (Opt: 87.5%)
Husstandens Forbrug:	392.7 kWh	4. Ren Kemisk RTE (DC):	98.1% (Opt: 98.4%)
Gennemførte Fuldcykler:	21.3 cykler	Optimal Ladezone:	3.0 – 5.5 kW

Teknisk Note: Hybrid inverter. Bemærk: Husstanden har et sekundært solcelleanlæg/mikroinvertere tilkoblet eltavlen.



4. Detaljerede Installationsprofiler (Fortsat)

Kunde #09 Growatt SPH3600		S/N: OMCU****2Y Batteri: 10.0 kWh Logning: 06/09/2026 - 12/09/2026	
Solproduktion (PV):	13,881.2 kWh	1. Sol-til-AC (Direkte):	97.2% (Opt: 97.6%)
Net Import (Køb):	12,741.2 kWh	2. Sollagring (Sol→Bat→AC):	91.0% (Opt: 93.5%)
Net Eksport (Salg):	17,661.9 kWh	3. AC-til-AC Arbitrage:	81.3% (Opt: 84.2%)
Husstandens Forbrug:	9,293.3 kWh	4. Ren Kemisk RTE (DC):	92.0% (Opt: 96.5%)
Gennemførte Fuldcyklusser:	571.7 cyklusser	Optimal Ladezone:	2.0 – 3.6 kW
Teknisk Note: Hybrid inverter. Bemærk: Husstanden har et sekundært solcelleanlæg/mikroinvertere tilkoblet eltavlen.			

5. Optimering af Grid-to-Grid Virkningsgrad (Fra 73% til 88%) via emsMannan

Gennem emsMannan smartstyring og intelligent ladekontrol løftes den samlede rundturs-effektivitet med op til 12–15 procentpoint ved at adressere de primære tabsmekanismer:

Tabsmekanisme	Fysisk Årsag & Udfordring	emsMannan Smartstyrings-Strategi
1. Effekt & Invertertab	Inverter har 50-90W parasitisk standby-tab ved <2 kW. Høj strøm (>8 kW) giver kraftige I²R varmetab.	EMS modulerer lade/afladestrøm til sweet spot på 3.5 – 6.0 kW (0.10–0.15C).
2. Tidsmæssig Batching	8 timers flad siveladning med 1 kW medfører 8 timers invertertab (spild af ~500 Wh/nat).	EMS samler ladningen i de 2-3 billigste timer med 4.0–5.5 kW batch-ladning.
3. SoC-Driftsvindue	Over 90% SoC tvinger BMS strømmen ned til balancering ved ineffektiv lav last.	EMS-arbitrage afgrænses til 15% – 85% SoC med maksimal kemisk retention.
4. Temperaturforhold	Kolde rum (<15°C) fordobler batteriets indre modstand og koster 3–6% celletab.	EMS rådgiver om placering i tempererede omgivelser (18–22°C).
5. DC-Kabling & Modstand	Ved 240A strømme i 48V giver blot 3 mΩ kabelmodstand et tab på 173 W.	Korte 50–70 mm² DC-kabler og præcis momenttilspænding.

Driftsparameter	Ikke-optimeret Drift	EMS-Optimeret Profil	Gevinst på RTE
Lade- & Afladeeffekt	1.0 – 1.5 kW (siveladning)	4.0 – 5.5 kW (Sweet spot)	+4.0 til +6.0 %
Driftstid & Batching	6–8 timer jævnt fordelt	2–3 timer komprimeret	+2.0 til +3.0 %
SoC-vindue (Arbitrage)	0% – 100% (balancerings-hale)	15% – 85% SoC	+1.0 til +2.0 %
Temperaturforhold	5 – 10°C (kold garage)	20 – 22°C (frostfrit/tempereret)	+2.0 til +4.0 %
Samlet Forventet Grid-to-Grid Virkningsgrad:			72% – 76% → 85% – 88%

Beslutningsregel for Profitabel Elnet-Arbitrage i emsMannan

$\text{Spotpris_salg} > (\text{Spotpris_køb} + \text{Net-tarif_køb}) / (\text{Grid-to-Grid RTE} / 100) + 0.15 \text{ kr/kWh (Batterislid)}$

- **Store batterier (30–46 kWh / RTE ~85-88%):** Kræver prisdifferens-faktor på 1.14x – 1.18x plus tariffer.
- **Mindre batterier (10–15 kWh / RTE ~78-82%):** Kræver prisdifferens-faktor på 1.22x – 1.28x plus tariffer.