Network Engineering

Energieflüsse im Serverraum

Dr. Manfred Siegl

WS 2017/18

Informationstechnologie

IT soll „immer“ und „gut“ funktionieren

- Datenquelle
- Datensenke
- Datenübertragung
- Datenspeicherung
- Datenverarbeitung

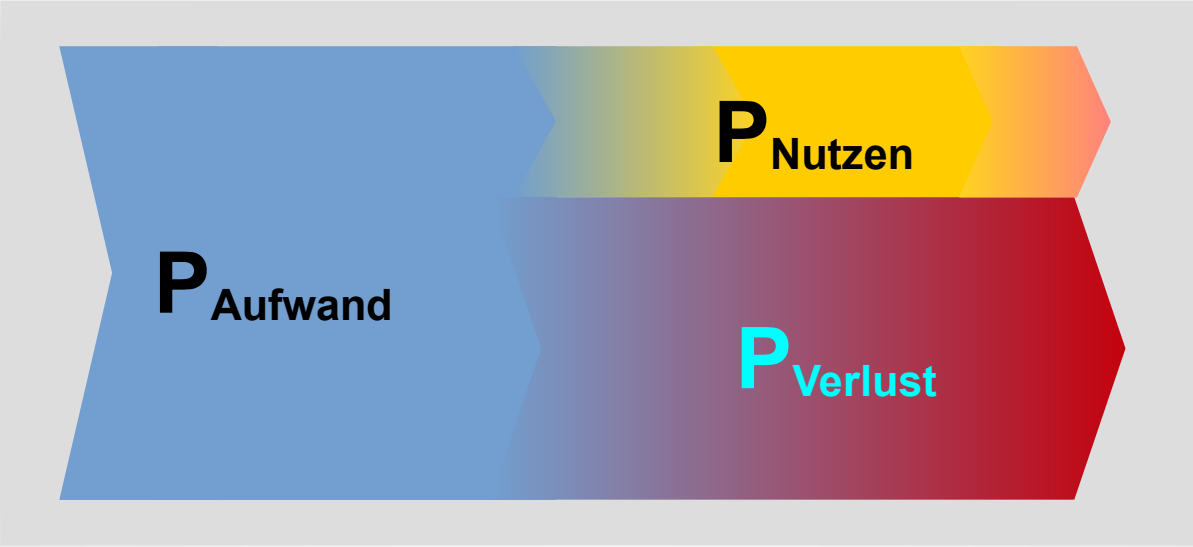
Energie im Serverraum

- **Energiezufuhr** – Elektrische Versorung
- **Energieabfuhr** – Thermische Entsorgung
- **Energieumwandlung**
  - IT-Systeme – Server, Speicher, LAN
  - Schutz – Brandschutz, Zutrittssystem
  - Betrieb – Monitoring, Management
  - Sonstiges – Licht, Feuchte, etc.

Wirkungsgrad

$$\eta = \frac{P_{Nutzen}}{P_{Aufwand}}$$

$$0{,}0 < \eta < 1{,}0$$



PUE DCiE

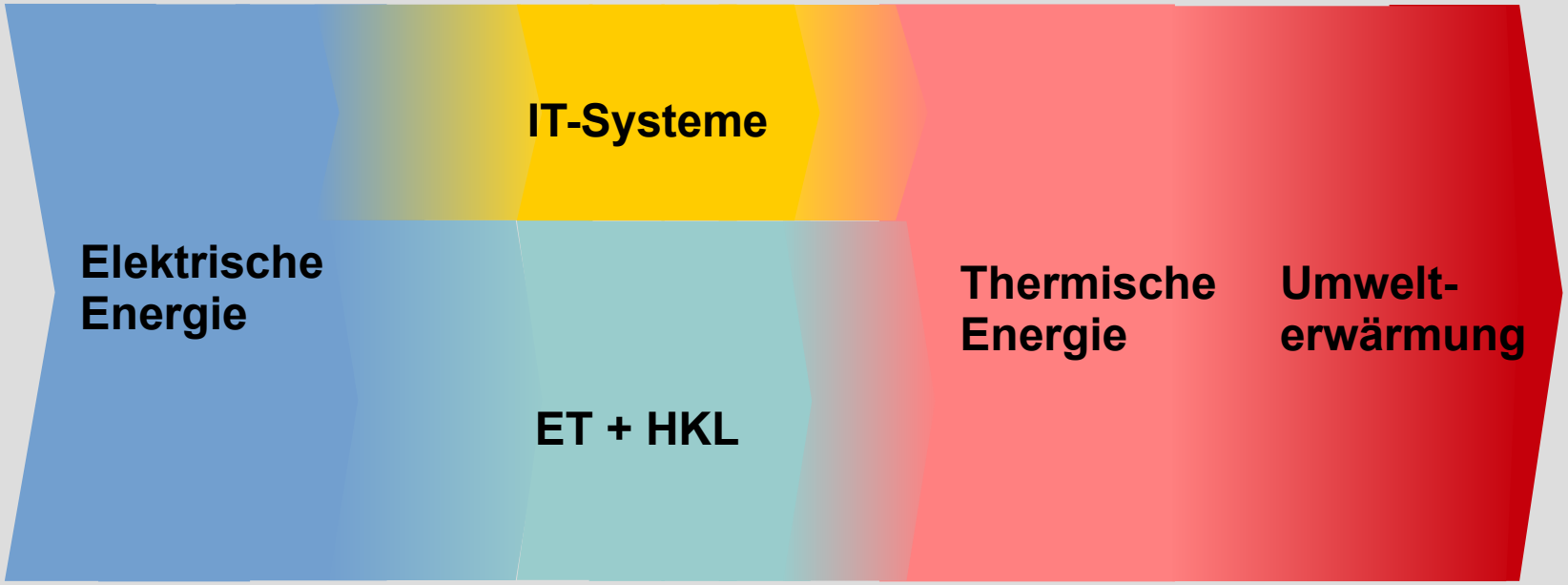
Power Usage Effectiveness

$$PUE = \frac{\text{Total Facility Energy}}{\text{IT Equipment Energy}} \qquad 1{,}0 < PUE$$

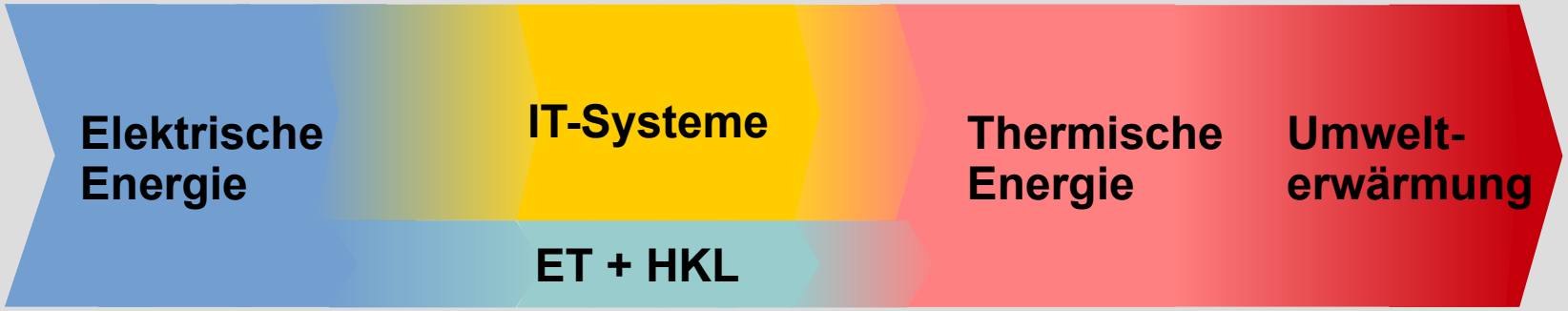
Data Center Infrastructure Efficiency

$$DCiE = \frac{1}{PUE} \qquad 0{,}0 < DCiE < 1{,}0$$

Energiefluß

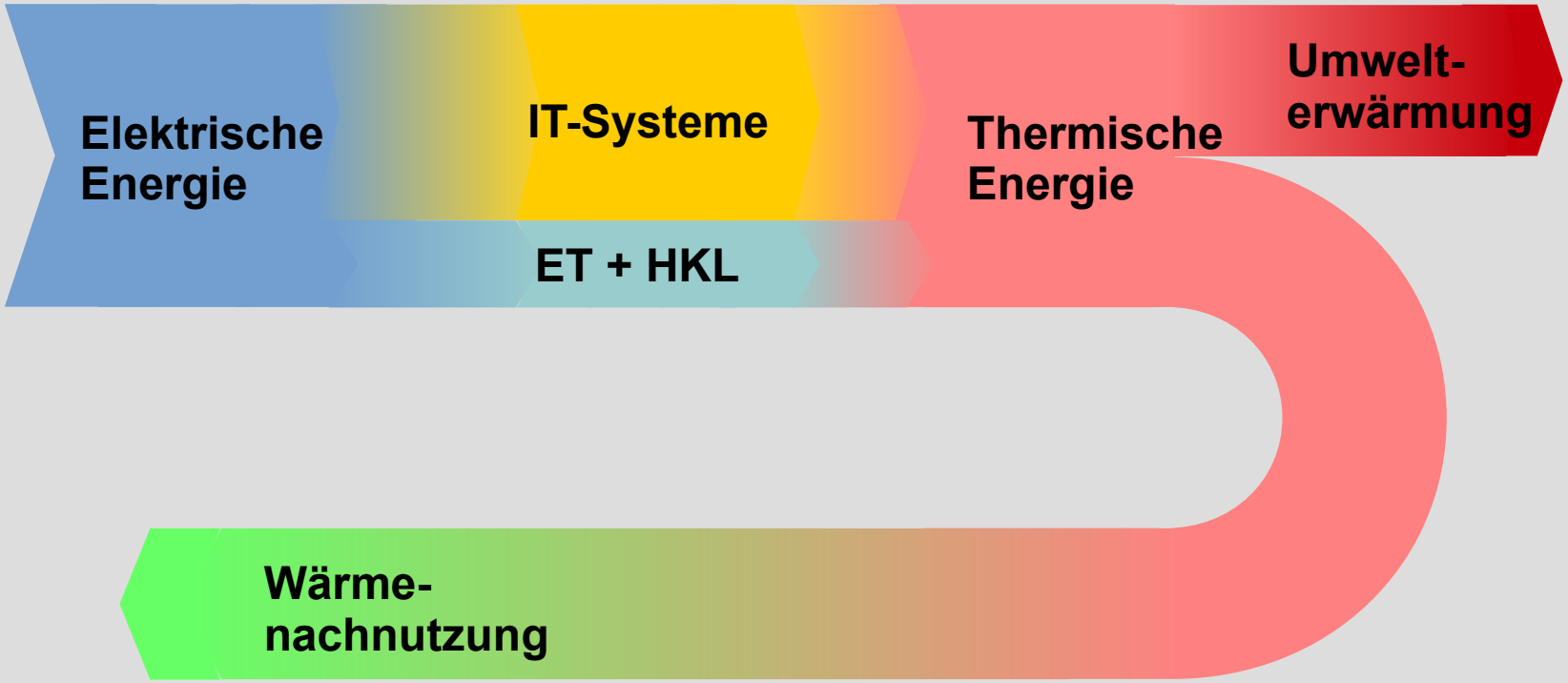


Energiefluß



Verbesserung des PUE durch Reduktion der Verluste bei ET und HKL

Energiefluß im RZ



Performence per Watt

"In computing, **performance per watt** ... measures the rate of computation that can be delivered by a computer for every watt of power consumed."

Quelle: https://en.wikipedia.org/

Informationstechnologie

IT soll „immer“ und „gut“ funktionieren

Ungeplanter Ausfall:

Fehler – Fehlzustand – Störung

Geplanter Ausfall: Änderung der Installation,

Wartung von Komponenten

Redundanz

Überflüssiges

Wird im „normalen Betrieb“ nicht benötigt

Wird bei einem Ausfall verwendet,
um einen kontinuierlichen Betrieb
für die Nutzer zu erreichen

Tier Level

- **Tier 1** – (N) keine Redundanz 99,67% 28,8 Std./a

Non-redundant capacity components (single uplink and servers).

- **Tier 2** – (N+1) einfache Redundanz 99,75% 22 Std./a

Tier 1 + Redundant capacity components.

- **Tier 3** – (N+1) Fehlertoleranz 99,828% 1,6 Std./a

Tier 2 + Dual-powered equipments and multiple uplinks.

- **Tier 4** – (2x(N+1)) keine SPOF 99,995% 0,8 Std./a

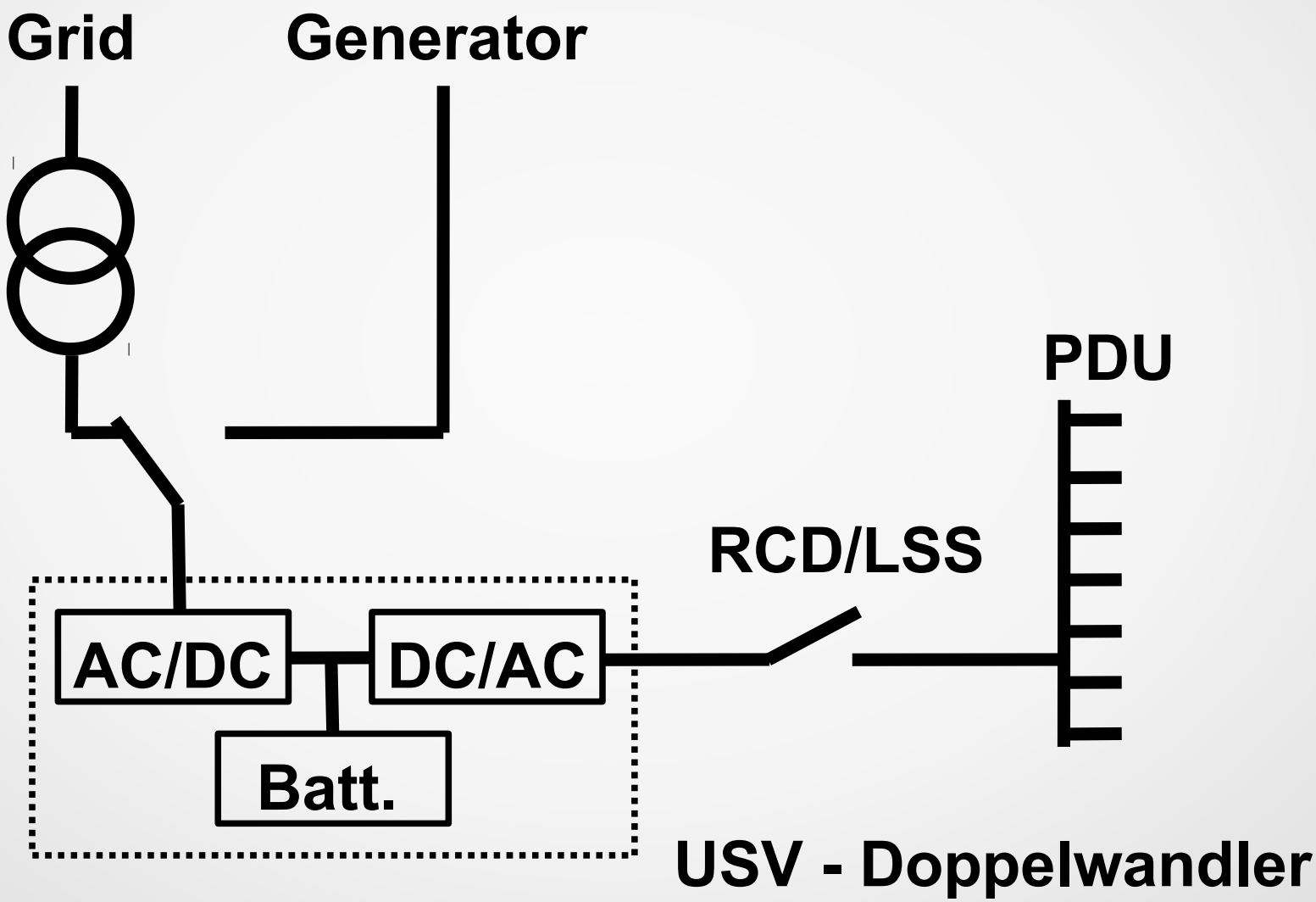
Tier 3 + all components are fully fault-tolerant including uplinks, storage, chillers, HVAC systems, servers etc. Everything is dual-powered.

Quelle: https://uptimeinstitute.com/tiers

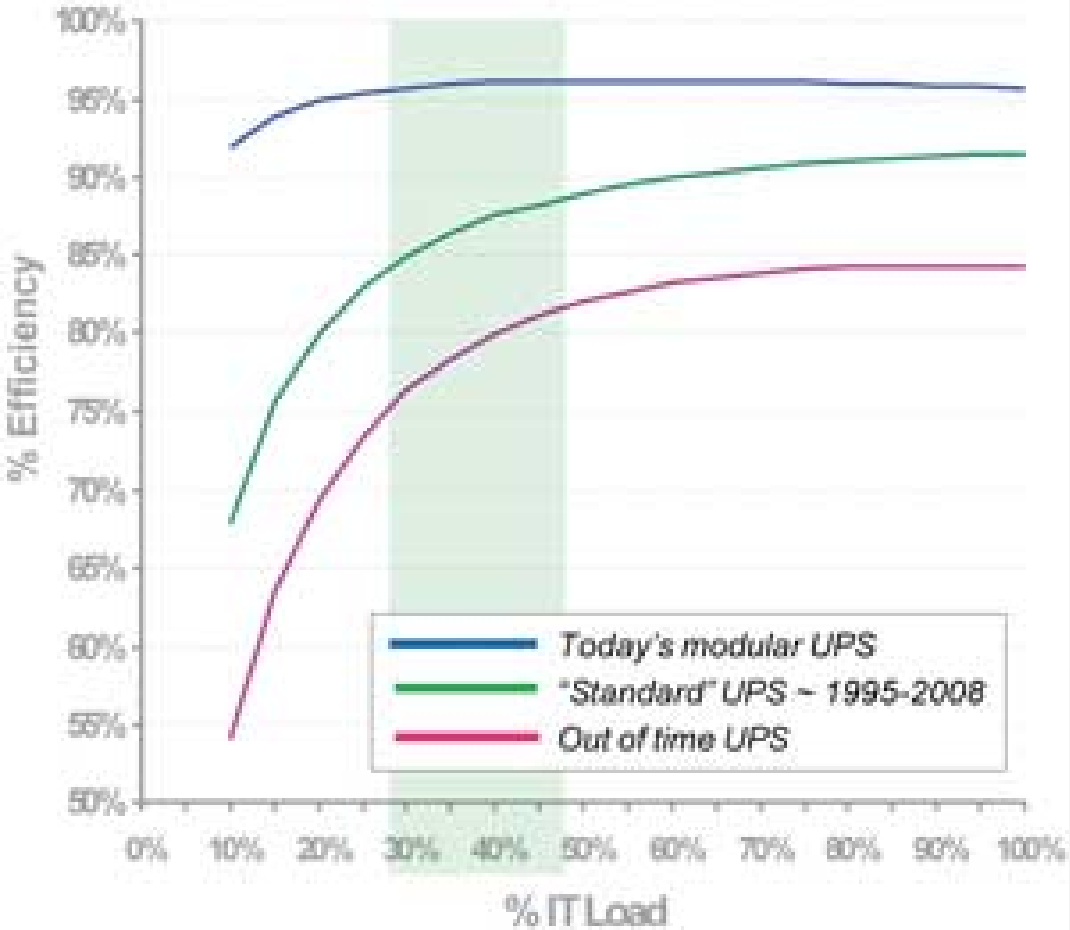
Elektrische Versorgung

- Trafo
- Leitungen
- Betriebsmittel (LSS, RCD, Schalter)
- USV (Batterie, Schwungmasse, Generator)
- Lastverhalten (Wirk- und Scheinleistung)

Elektrische Versorgung

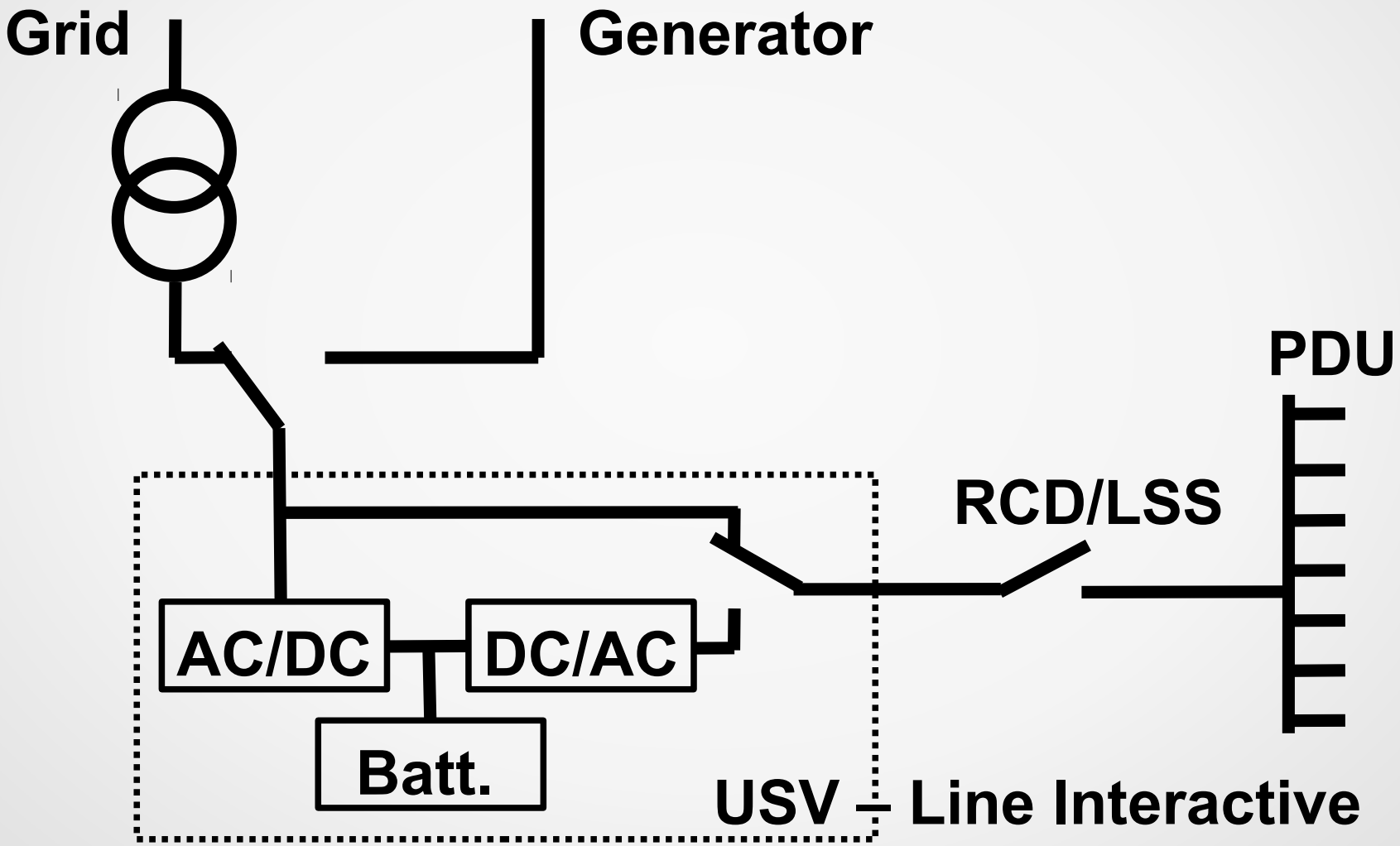


USV Wirkungsgrad



Quelle: Lawrence Berkeley National Laboratory

Elektrische Versorgung



Spannungsprobleme

- Spannungsausfall
- Spannungseinbruch
- Spannungsstoß
- Unterspannung
- Überspannung
- Schaltspitze
- Störspannung
- Frequenzabweichung
- Oberschwingungen

Leistung im Wechselstromkreis

$$P = \frac{1}{T} \int_{t_1}^{t_1+T} u(t) \cdot i(t) \, \mathrm{d}t$$

$$S = \frac{1}{T} \sqrt{\int_{t_1}^{t_1+T} u^2(t) \, \mathrm{d}t \cdot \int_{t_1}^{t_1+T} i^2(t) \, \mathrm{d}t}$$

$$Q_{\mathrm{tot}} = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Leistung im Wechselstromkreis

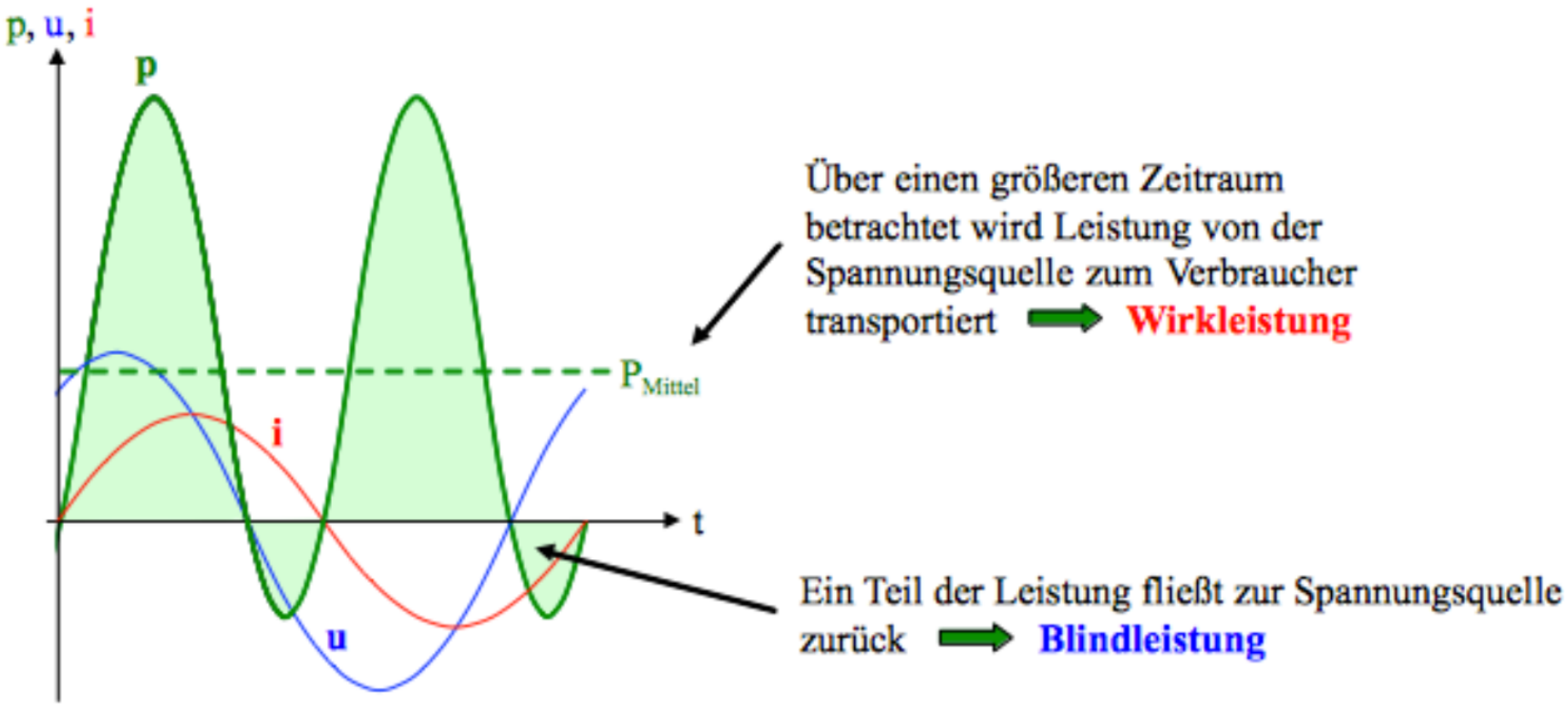


Bild 14-69: Leistung p in einer Serienschaltung von R und L

Quelle: http://elektronik-kurs.net/elektrotechnik/leistungsaufnahme-in-rlc-kreisen/

Thermische Entsorgung

- **Medientransport** (Ventilatoren, Pumpen, Rohre)
- **Temperaturänderung** (Kompressoren, Nebel)
- **Medienkurzschlüsse**

„Verluste reduzieren“ durch Nutzung der Wärme
(Schwimmbad, Glashaus, Bauteilaktivierung, Kühlung)

Medientransport

- **Luft** c=1,005 kJ/kg/K v=733 l/kg Ventilatoren
- **Wasser** c=4,187 kJ/kg/K v= 1 l/kg Pumpe

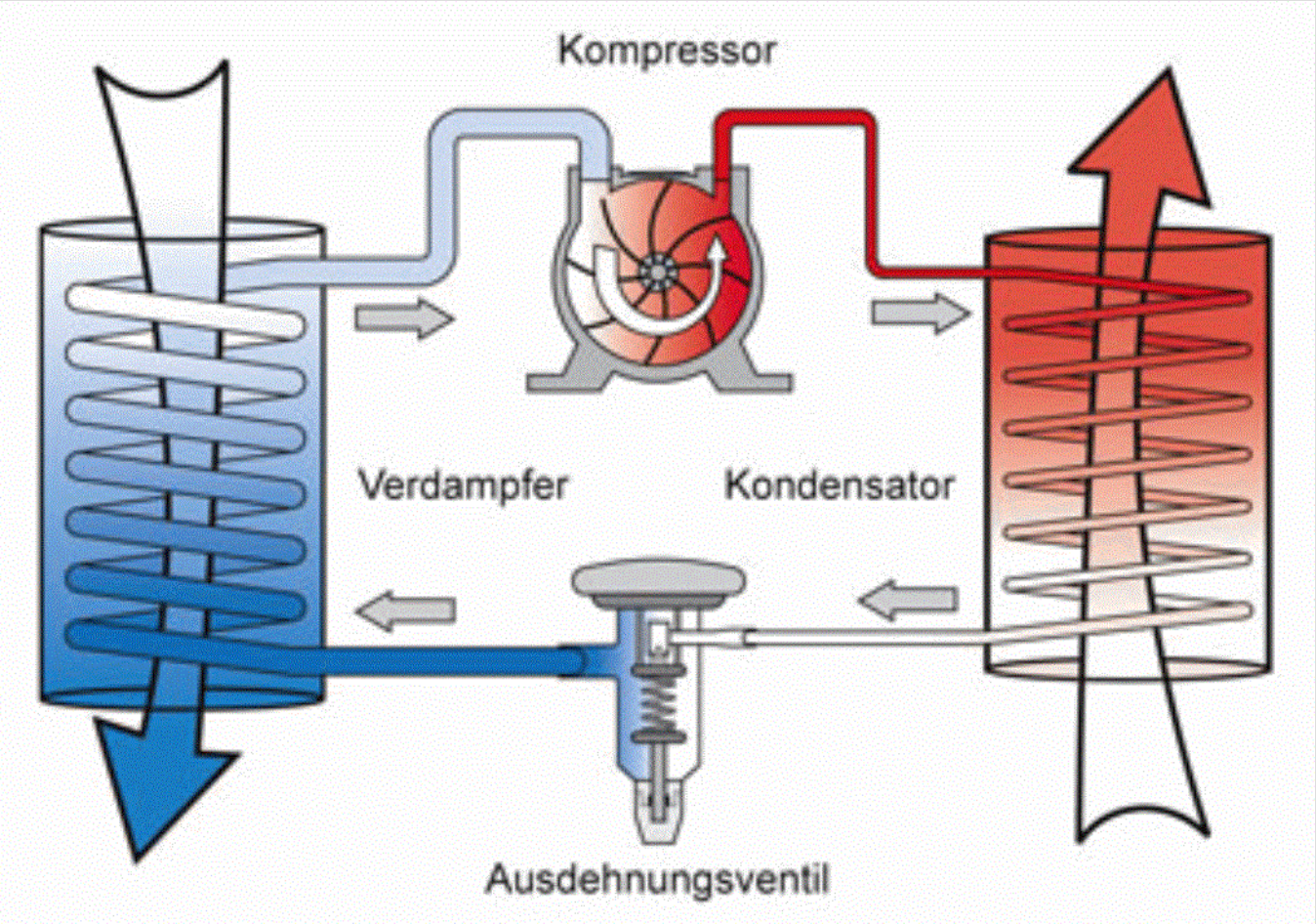
Volumenstrom ist proportional zur Drehzahl

Druckerhöhung ist proportional zum Quadrat der Drehzahl

Die Leistungsaufnahme ist proportional zur 3-ten Potenz der Drehzahl

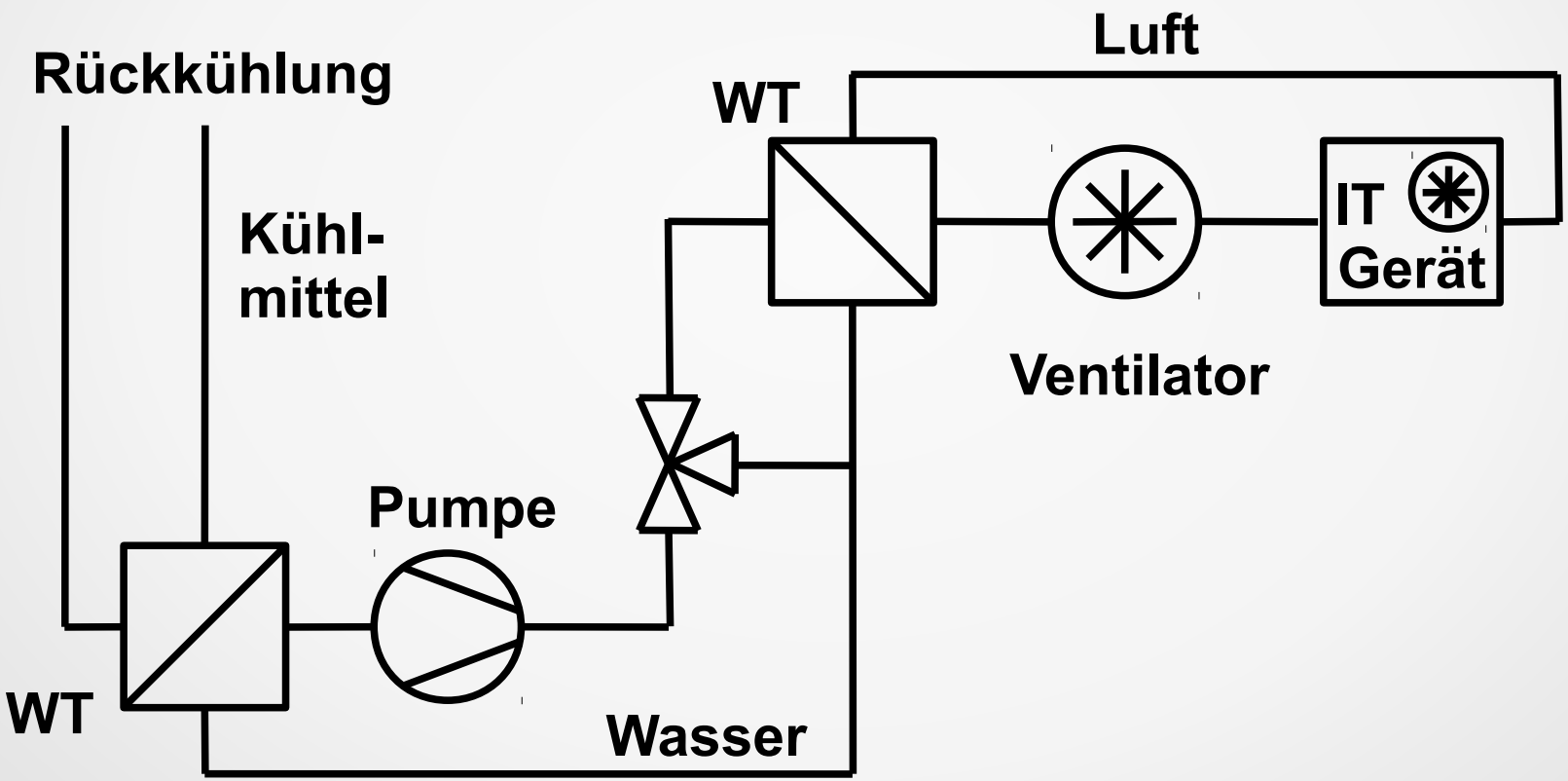
Zum Beispiel: Die Halbierung der Drehzahl bewirkt eine Reduktion der Leistung auf 12,5%

Temperaturänderung



Quelle: https://www.s3-engineering.ch/news/

Medienkurzschlüsse

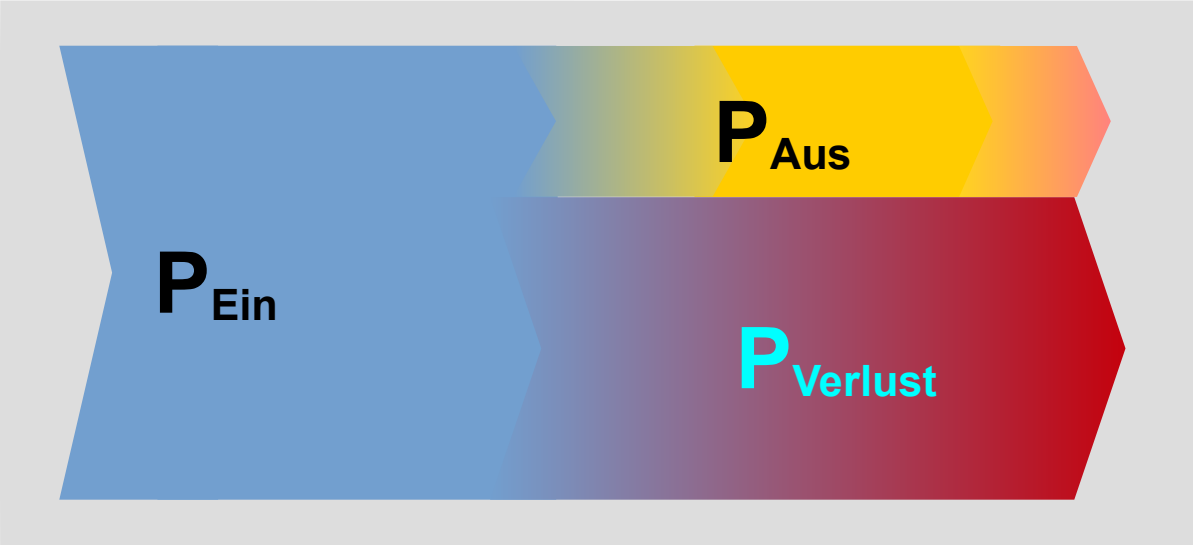


Brandschutz

- Brandfrüherkennungsanlage
- Brandmeldeanlage
- Brandlöschanlage
- Brandvermeidungsanlage (Oxyreduction)

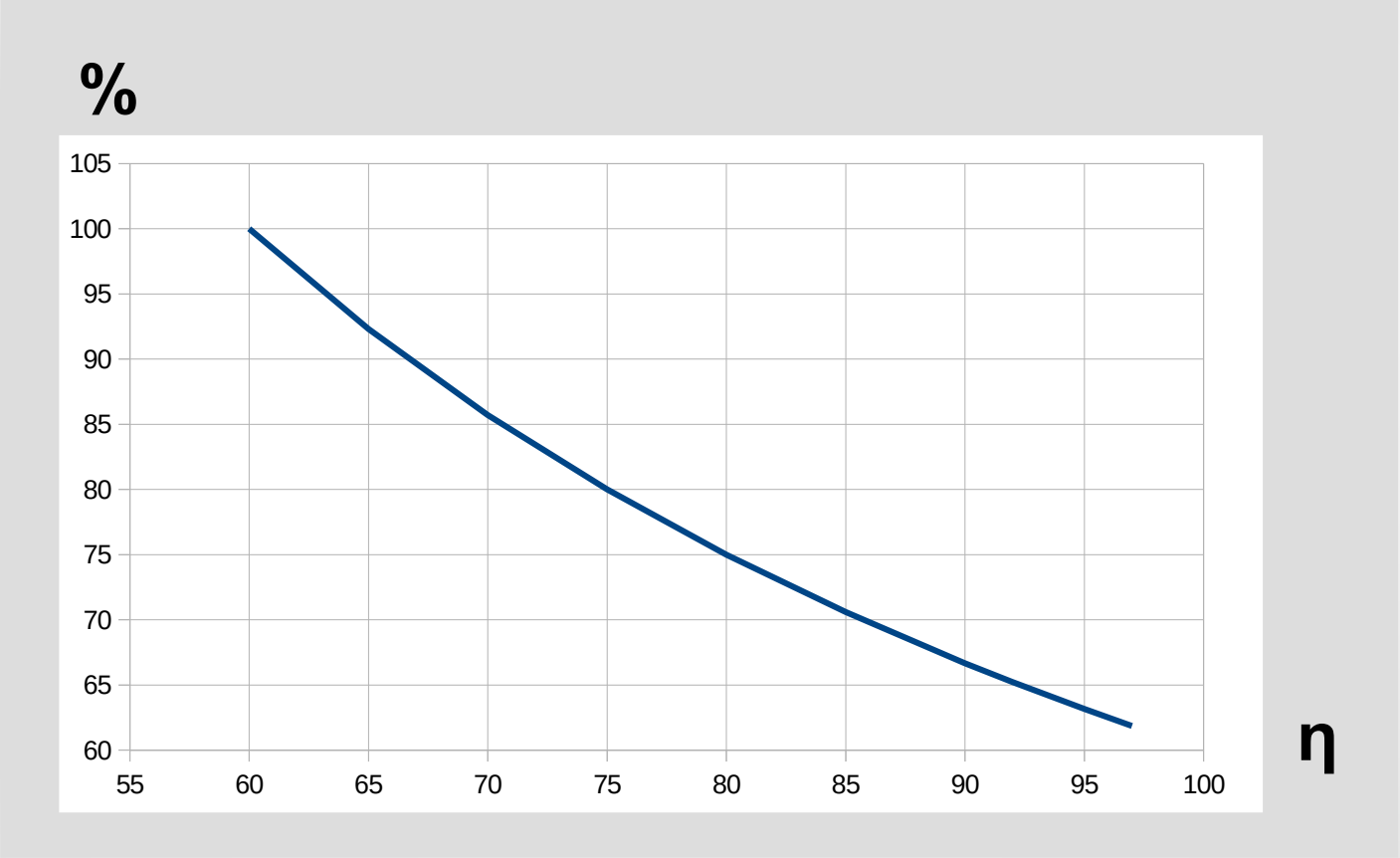
Netzteil

$$\eta = \frac{P_{Ein}}{P_{Aus}}$$



Wirkungsgradverbesserung

Aufwand über dem Wirkungsgrad bezogen auf η=60%



80 Plus

Last	20%	50%	100%
80 Plus	82%	85%	82%
80 Plus Bronze	85%	88%	85%
80 Plus Silver	87%	90%	87%
80 Plus Gold	90%	92%	89%
80 Plus Platinum	92%	94%	90%
80 Plus Titanium	94%	96%	94%