

**Strom sparen aktuell  
– es lohnt sich sehr!**

**21. November 2015  
im Rahmen des  
Samstags-Forums Regio Freiburg**



## Inhalt des Vortrags

- Steckbrief Energieberater
- Ziele und Fragestellungen
- Exkurs Wirkungsgrad
- Energienutzung im Haushalt
- Kommunikation + Medien
- Bildschirme und Monitore
- Audiogeräte
- Elektronische Schaltungen
- Telekommunikation
- Fazit



## Steckbrief Energieberater

### Zur Person

- Dipl.-Ing. (FH) Maschinenbau
- Werkzeugmachermeister (Handwerk)
- Energieeffizienzberater (TÜV Akademie)

### Themengebiete:

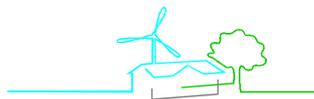
- Beratung, Schulung und Entwicklung zu Energieeffizienz
- Ganzheitliche Energiekonzepte für Industrie und Gewerbe
- Erneuerbare Energien und Kraft-Wärme-Kopplung
- Energieversorgungskonzepte für Wohn- und Nichtwohngebäude
- Vor-Ort-Beratung + Schulunterricht zu Stromsparen in Haushalten

Energiesparberater im Projekt:



## Ziele Baden-Württemberg 2050 (Landesregierung):

- **50% geringerer Verbrauch als im Jahr 2010**
  - > Scheint auf den ersten Blick nicht sehr ambitioniert!?
  - > **Frage 1:** Ansprüche an Lebensstandard 2050 die gleichen wie 2010?
- **80% erneuerbare Energien**
  - > In Ba.-Wü. überwiegend Wind + Sonne!
  - > **Frage 2:** Schaffen wir es auch über die „Dunkelflauten“?
- **90% weniger Treibhausgase** (Referenz 1990)
  - > Meint auch Emissionen nicht-energetischen Ursprungs!
  - > **Frage 3:** Reduzieren wir alle Emissionsquellen, z.B. auch Werkstoffe?



## Fragestellungen 2050:

- **Frage 1** (Lebensstandard):

- > Welche Auswirkungen hat der Ausbau der Breitband-Netze?

- > Werden möglicherweise neue Bedürfnisse geweckt?

- > Genügt es, wenn alles „A+++“ sein wird?

- **Frage 2** (Dunkelflauten):

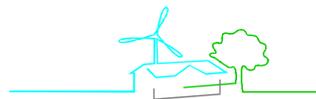
- > Können wir alle Dauerverbraucher zuverlässig versorgen?

- > Bleiben uns ausreichend Kapazitäten für unverzichtbares (z.B. Medizin, Wasserversorgung, Aufzüge usw.)?

- **Frage 3** (Werkstoffe):

- > Werden dann z.B. Kunststoffe überwiegend aus nachwachsenden Rohstoffen hergestellt (aktuell nur etwa 4 %)?

- > Was ist besser: Material-Recycling oder lange Lebensdauer?



## Ausblick von 2015:

- **Stromverbrauch:**

--> Verbrauch im „klassischen“ Stand-by (Bereitschaftsmodus) durch EU-Richtlinie (2013) reduziert, jedoch viele neue Geräte im Dauerbetrieb (wg. Datenübertragung) und nicht von Stand-by-Richtlinie erfasst!

--> Einsparpotenziale z.B. beim Ersatz von Röhren-Bildschirmen durch LCD- oder LED-Technik durch Bedürfnis nach immer größeren Bildflächen teilweise wieder aufgezehrt!

--> „Etikettenschwindel“ (A+++...) z.B. bei Waschmaschinen: im Jahr 2000 Standard-Kapazität 5 kg bei 95 min Laufzeit --> 2015 Kapazität 7...8 kg und reale Einsparung nur bei 240 (!!!) min Laufzeit; bei weiterhin gewohnheitsmäßiger Beladung (5 kg) keine Einsparungen!

--> Neue Bedürfnisse/Bedarfe: z.B. Raumklimatisierung infolge des Klimawandels (Sommer 2015: > 40 °C in Mitteldeutschland!) und Angebot billiger, jedoch häufig sehr ineffizienter Geräte



## Ausblick von 2015:

- **Erneuerbare:**

--> Ausbau (nicht nur) in Ba.-Wü. ins Stocken geraten wg. verschlechterter Rahmenbedingungen (EEG, Eigenstromnutzung etc.) und hausgemachter Probleme in der Genehmigungspraxis (Windkraft)

--> Zunehmende Investitionen in Stromspeicher (im Hinblick auf schuldhaft herbeigeführte VersorgungsUNsicherheit) zehren wertvolles Kapital (und Rohstoffe!) auf

--> Als Eigenstromlösung angepriesene Stromheizungen (Direktheizgeräte + Wärmepumpen) müssen auch UND GERADE bei Dunkelflauten versorgt werden

- **Treibhausgase:**

--> Problem der nicht-energetischen Emissionen (Kraftstoffe, Werkstoffe, Baustoffe...) noch nicht ansatzweise in Angriff genommen!

--> Nutzungsdauer von Geräten nimmt rasant ab statt zu!



## Schlussfolgerungen:

- Es genügt nicht, sich auf Etiketten und Richtlinien zu verlassen!
- Dauerverbraucher und elektrische Wärmeerzeugung müssen reduziert werden!
- Mit Blick auf die Lebensdauer sind vorausschauende Lösungen gefragt!



## Wirkungsgrad (Wikipedia):

- „Der **Wirkungsgrad** [...] ist eine dimensionslose Größe und beschreibt das Verhältnis der **Nutzleistung  $P_{ab}$**  zur **zugeführten Leistung  $P_{zu}$**  [...].“

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}}$$

- „Die Differenz von zugeführter und abgegebener Leistung wird als **Verlustleistung** bezeichnet.“
- „Als **Verlustleistung** bezeichnet man die Differenz zwischen aufgenommener Leistung (Leistungsaufnahme) und in der gewünschten Form abgegebener Leistung (Leistungsabgabe) eines Gerätes oder Prozesses. Verlustleistung wird überwiegend als **Wärmestrom** freigegeben.“

$$P_{Verlust} = P_{zu} - P_{ab}$$



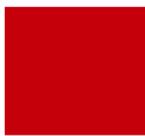
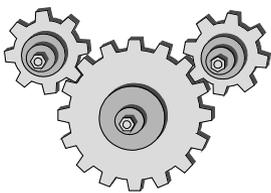
## Wirkungsgrade elektrischer Geräte:

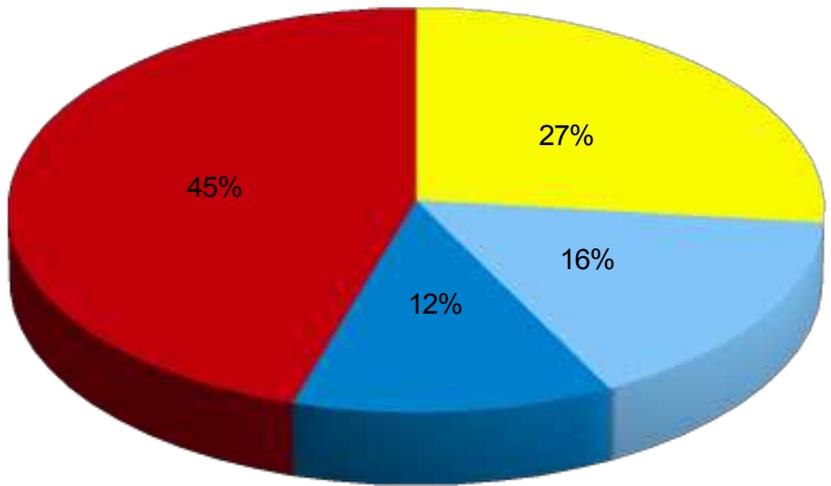
--> Es kommt darauf an, welche Energieform als **Nutzenergie** betrachtet wird!

Gerät	Form der Energienutzung	Wirkungsgrad
Elektroheizung	Wärme	≈ 100 %
Elektromotor	Bewegung	90...99,5 %
Kreiselpumpe (z.B. Heizung)	Bewegung	60...90 %
LED-Lampe	Licht	20...50 %
Energiesparlampe	Licht	20...25 %
Glühlampe	Licht	3...5 %
Bereich Medien + Kommunikation?	Licht + Töne + Bewegung (+ Strom)	???



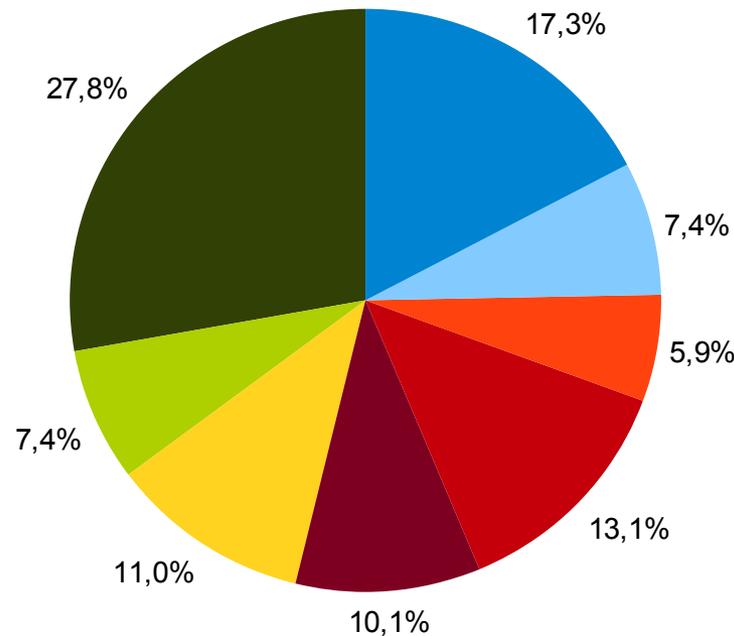
## Formen der Energienutzung im Haushalt (Schätzung):

	Wärme + Kälte	
	Bewegung	
	Töne	
	Licht	

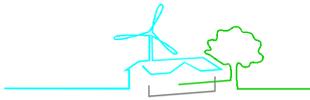


## Aufteilung des Stromverbrauchs im Haushalt **heute:**

- Kühlen / Gefrieren (Kühlschrank)
- Kochen (Speisen, Kaffee etc.)
- Spülen (Geschirr)
- Waschen / Trocknen (Kleidung)
- Licht (Decke, Schreibtisch etc.)
- Kommunikation / Medien**
- Umwälzpumpe (Heizung)
- Diverses (Handy, Mixer, Fön etc.)



Quelle: Energieagentur Nordrhein-Westfalen



## Bereich Kommunikation + Medien:

- Bildschirme und Monitore
- Audiogeräte
- Elektronische Schaltungen
- Telekommunikation
- Fazit

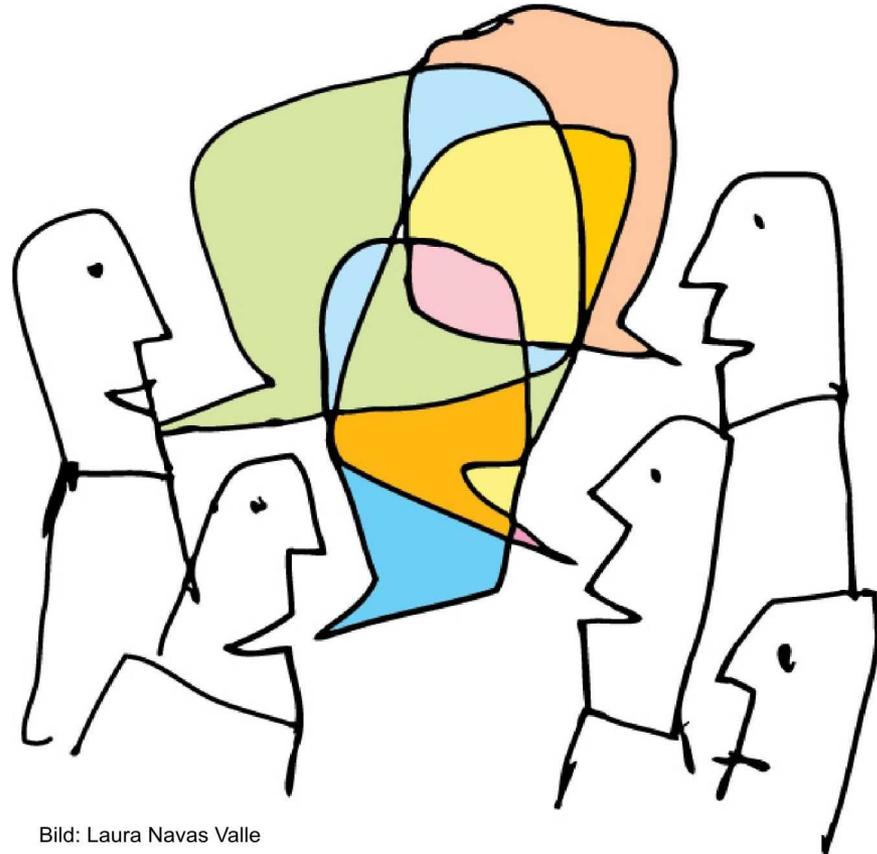


Bild: Laura Navas Valle

## Bildschirme und Monitore:

### Lichtausbeute:

- Bildröhre: 1...1,5 lm/W
- LCD/TFT: 2...4 lm/W
- Plasma: 1...2 lm/W
- Zum Vergleich Glühbirne: 10...14 lm/W!
- Vielversprechend: Organic LED (OLED): derzeit 100 % besser als LCD

### --> Wirkungsgrad:

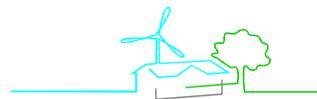
- Größtenteils < 1 %!
- Ansteuerelektronik, Grafikkarte, Empfangsteil (TV) etc. kommen noch hinzu!

### --> Stromverbrauch abhängig von:

- Helligkeit
- Lichtquelle der (Hintergrund-) Beleuchtung (Leuchtstoffröhre, LED usw.)
- Größe



Bild: Mielon



## Möglichkeiten zur Verringerung des Stromverbrauchs:

- Größe reduzieren
  - > Kleinerer Bildschirm + kleinerer Abstand
  - > z.B. Notebook / Laptop anstatt PC + Monitor
- Helligkeit reduzieren
  - > Der Umgebung anpassen, d.h. je nach Raum/Ort.
  - > Beim PC / Notebook / Laptop einstellbar über Profile
- Bei Untätigkeit abschalten
  - > Nur Abdunkeln bringt aber oft zu wenig Einsparung - besser gleich Computer in Energiesparmodus bringen (nach max. 3 Minuten)!
- Reflektives (1) oder transreflektives (2) Display verwenden
  - > 1 = rückstrahlend oder 2 = halbdurchlässig
  - > Umgebungs- und Sonnenlicht wird (mit-) genutzt
  - > Helligkeit des Displays passt sich der Umgebungshelligkeit an!
- Gemeinsam schauen
  - > „Public viewing“ statt „Solo-Heimkino“!



## Audiogeräte:

### Verlustquellen (u.a.):

- Wärmeverluste auf Grund von Überdimensionierung und veralteter Analog-Technik: ohmsche Widerstände sowie Filterschaltungen im Leistungsteil
- Anpassungsverluste zwischen inkompatiblen Schnittstellen: z.B. Leistungsaufnahme 20 W bei Signalleistung um 1 mW
- Ineffiziente Schallwandler: z.B. zu geringe Abmessungen der Lautsprecher (meist aus optischen Gründen)

### --> Wirkungsgrade:

- Von  $\approx 0\%$  bis max.  $10\%$  (bezogen auf die Schall-Leistung)

### --> Stromverbrauch abhängig von:

- Kennschalldruck der eingesetzten Lautsprecher (--> Größe!)
- Spannungsverstärkung (--> je höher desto weniger Verlust)



Bild: Thebiggestmac

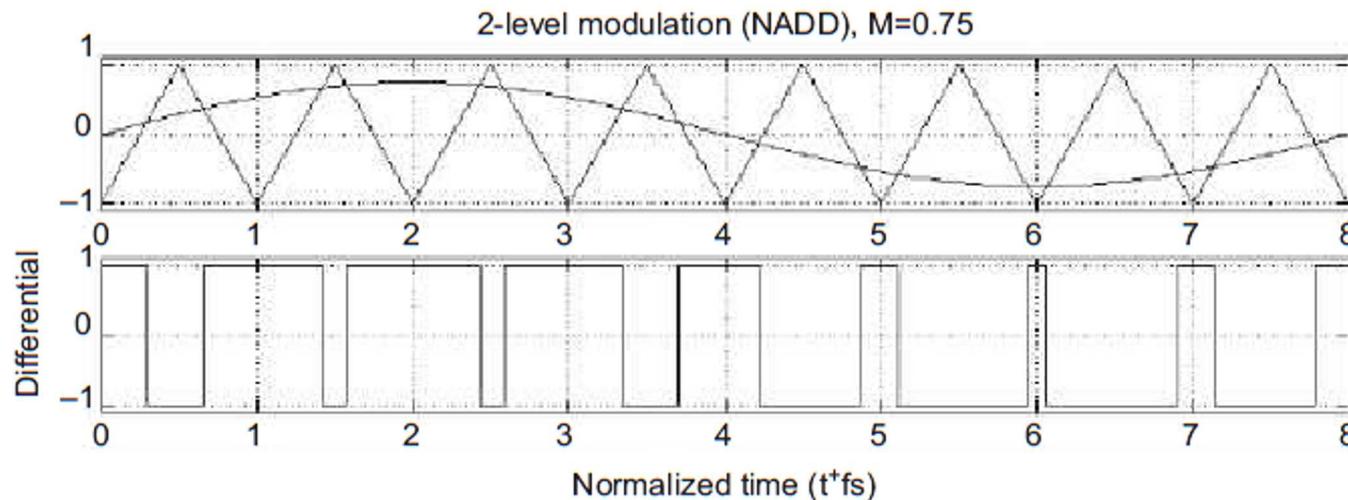
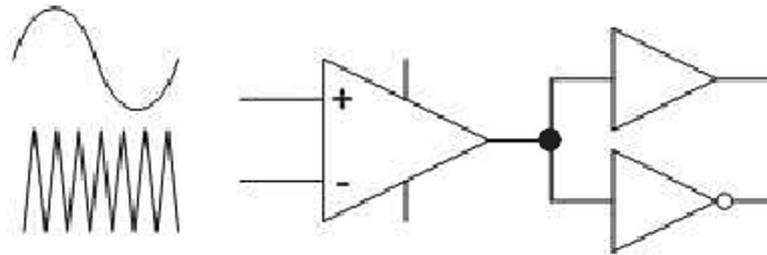
## Möglichkeiten zur Verringerung des Stromverbrauchs:

- Digitaltechnik verwenden
  - > digital aufzeichnen + übertragen + regeln (+ verstärken)
  - > analog wiedergeben
  - > Wirkungsgrad der Verstärkerstufen: analog < 50 % - digital 70...90 %
- Kombi-Geräte einsetzen
  - > Anpassungs- und Übertragungsverluste vermeiden
  - > gemeinsame Stromversorgung
- Filter und Regler im Leistungsteil vermeiden
  - > Aktiv-Lautsprecher bevorzugen
- Effiziente Lautsprecher (große Membranfläche) verwenden:
  - > Wirkungsgrad von Hifi-(Mini-)Boxen und Satelliten-Systemen: 0,1...1 %
  - > Wirkungsgrad von Profi-PA-Lautsprechern: bis über 10 %
- Abstand Schallquelle - Ohr verringern:
  - > Kopfhörer!



## Weiterer Vorteil der Digitaltechnik:

- Kein fixer Arbeitspunkt, sondern flexible Anpassung an Versorgungsspannung  
--> Änderung der Betriebsspannung wie Lautstärke-Regelung einsetzbar  
--> Bei "Dunkelflaute" Reduktion der Leistung möglich



## Elektronische Schaltungen allgemein:

### Verlustquellen (u.a.):

- Stromversorgung: Transformatoren bis zu 50 %, Schaltnetzteile i.d.R. 5...20 % Verlust
- Spannungsabfall von Betriebsspannung (intern) zur Signalspannung: häufig nahezu 100 % Verlustleistung(!)
- Verwendete Halbleiter-Technologie: mit (MOS-)FET-Transistoren bis zu 50 % geringere Verluste als mit herkömmlichen Transistoren

### --> Wirkungsgrade:

- Von  $\approx 0$  % bis 98 %

### --> Stromverbrauch abhängig von:

- Betriebspunkt (Verhältnis von Nutzleistung zur Maximalleistung)
- Anpassungsfähigkeit des Gerätes (z.B. durch Abschalten nicht benutzter Komponenten)



Bild: C J Cowie

## Möglichkeiten zur Verringerung des Stromverbrauchs:

- Geräte mit Schaltnetzteilen verwenden  
--> oft am deutlich geringeren Gewicht erkennbar
- Auf niedrige Betriebsspannung achten  
--> meist auf dem Steckernetzteil angegeben  
--> z.B. bei Kleingeräten  $< 10\text{ V}$ ; besser  $< 5\text{ V}$
- Betriebspunkt / Geräteauslastung optimieren  
--> z.B. Computernetzteile mit  $300\dots 500\text{ W}$  häufig stark überdimensioniert;  
oftmals  $< 100\text{ W}$  ausreichend
- Tragbare Geräte bevorzugen  
--> für geringen (Batterie-)Stromverbrauch optimiert;  
z.B. Laptop / Notebook anstelle von PC + Monitor

## Beispiel für längst vorhandene Stromspartechnologie:

- Tischuhr mit 1 AAA-Batterie (Mignon): Nach EU-Stand-By-Richtlinie (für Geräte mit Display:  $\leq 1\text{ W}$ ) wäre ca. jede Stunde (!) ein Batteriewechsel notwendig!



## Besonderheit bei Schaltnetzteilen:

- Hoher Wirkungsgrad ( $> 90\%$ ) nur bei maximaler Auslastung!
  - > Überdimensionierung vermeiden
  - > Flexible Betriebsspannung verwenden (Siehe Digitaltechnik)



Abb.: Traco Electronic

## Telekommunikation:

### --> Signalleistung:

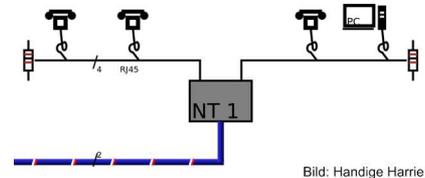
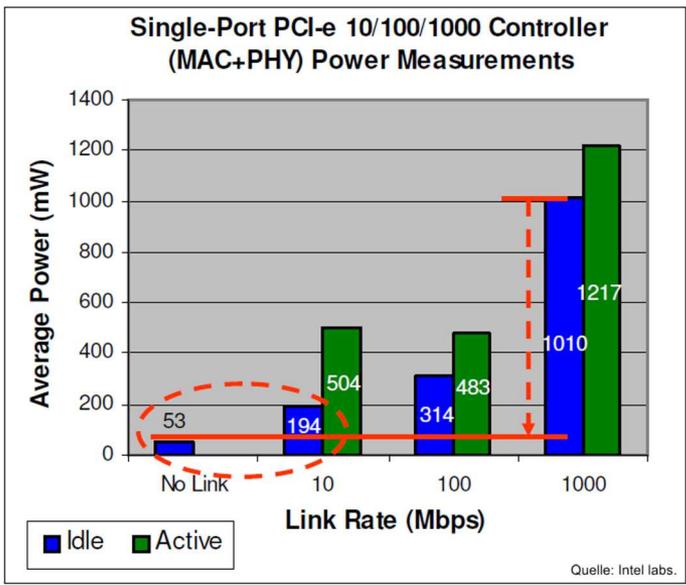
- Z.B. Telefon (digital): um 100 mW
- LAN: > 500 mW (100 MBit/s)

### --> Wirkungsgrade:

- Von  $\approx 0\%$  bis  $10\%$  (geschätzt)

### --> Stromverbrauch abhängig von:

- Bandbreite (Übertragung im Netz heute 100 % digital!):  
ISDN-Telefon 64 kBit/s...DSL...10GBase-LAN 10.000 MBit/s
- Leitungslänge:  
Gebäude < 200 m...Telefonnetz < 8,1 km (Reichweite)
- Einschaltdauer und -zustand:
  - a) vermittelte Verbindung (Telefon analog/ISDN)
  - b) Dauerverbindung (Internet, Telefon **Voice-over-IP**)
  - c) Stand-by usw.



## Vergleich Telefon ISDN / VoIP:

	ISDN	VoIP
<b>Bandbreite der Datenleitung</b>	192 kBit/s	768 kBit/s...152 Mbit/s
<b>Reichweite im Telekommunikationsnetz</b>	Kupferdoppelader: 4,2 km (Bundesgebiet nahezu 100 %)	Kupferdoppelader: 3 km...300 m (Bundesgebiet 90...unter 60 %)
<b>Erweiterung der Reichweite</b>	1...2 Zwischengeneratoren (ZWR) fern gespeist (max. 15 W); darüber hinaus lokal gespeist (öffentliches Stromnetz)	
<b>Netzabschluss auf Anschluss-Seite</b>	Terminal (NTBA) lokal oder fern gespeist („Notbetrieb“)	DSL-Modem lokal gespeist; kein Notbetrieb
<b>Strombedarf Netzabschluss lokal</b>	Leerlauf: 0,4 W; maximal: ca. 5 W (einschl. Endgeräte); „Notbetrieb“: 0 W	Typisch: 3...11 W je nach Schnittstellen und Ausstattung; mit WLAN > 7 W
<b>Versorgung Endgeräte (Telefone)</b>	bis zu 4 Stück über NTBA (insgesamt max. 4,5 W; Notbetrieb max. 0,4 W)	lokal je nach Gerät
<b>Strombedarf Endgeräte</b>	Typisch je 0,2...0,3 W (ohne AB) maximal je 1 W	Typisch je 2...5 W
<b>Verbindungsaufbau Telefon</b>	nur bei Bedarf	permanent (Rufbereitschaft)
<b>Verbindungsaufbau Internet (DSL)</b>	nur bei Bedarf	permanent (Rufbereitschaft Telefon)
<b>Jahresstromverbrauch Telefon</b>	<b>Typisch ca. 5...10 kWh/Jahr + Netzinfrastruktur mit o.g. Bandbreite</b>	<b>Typisch ca. 50...100 kWh/Jahr + Netzinfrastruktur mit o.g. Bandbreite</b>
<b>Weiteres</b>	Privates Netzwerk trennbar	Gefahr von Hacker-Angriffen und Missbrauch (WLAN)



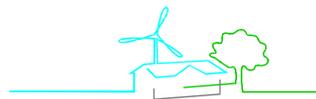
## Möglichkeiten zur Verringerung des Stromverbrauchs:

- **Problem: Deutsche Telekom AG hat als letzter Anbieter angekündigt, mittelfristig (bis 2018) alle Anschlüsse auf VoIP umzustellen!**
- VoIP konsequent einsetzen
  - > Büro- / Hausgemeinschaften über Telefonanlage / LAN / WLAN auf einer gemeinsamen Internetverbindung zusammenschließen
  - ACHTUNG:** von marktbeherrschenden Anbietern stark eingeschränkt (AGB)! Bei privaten Anschlüssen nur über WLAN unter bestimmten Voraussetzungen erlaubt (z.B. „Freifunk“).
- Geräte mit minimiertem Leistungsbedarf verwenden
  - > LAN: max. ca. 0,5 W je aktive Verbindung
  - > WLAN: ca. 1 W für Netzwerk in geschlossenen Räumen
  - > Stromversorgung über LAN (Power over Ethernet) derzeit weniger empfehlenswert, da Spannungstransformation über 48 V mit hohen Verlusten
- Redundante Geräte / Funktionen vermeiden
  - > entweder 1 Gerät: DSL-Modem + Router (+ Telefon-Port)
  - > oder nach Bedarf einschaltbare Einzelgeräte



## Fazit:

- Bereich Medien + Kommunikation könnte Energiewende gefährden!
- Jedoch Reduktion insgesamt auf 10 % des Stromverbrauchs von heute ohne Komfortverlust möglich!
- Vorhandene Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung noch nicht ansatzweise ausgeschöpft!
- Herausforderung liegt in der Nachhaltigkeit der Lösungen:
  - > Materialien
  - > Lebensdauer
  - > Flexibilität für zukünftige Bedürfnisse



**Vielen Dank für die Aufmerksamkeit!**

**Zeit für Fragen...**

