Lehrstoffübersicht

1. Erzeugung elektrischer Energie
2. Wasserkraftwerke
3. Wärmekraftwerk
4. Alternative Energien
5. Übertragung und Verteilung von elektrischer Energie
6. Gleichrichterschaltung (Diode)
7. Transformator
8. Wärmetechnische Grundlagen
9. Elektrowärmegeräte

Fachkundebuch Elektrotechnik 1

SBNR: 120213

www.digi4school.at

1.Erzeugung elektrischer Energie

FKB Elektrotechnik 1 Seite 7

Liveticker Stromerzeugung: https://www.apg.at/

1.1 Allgemeines

Energie hat je nach Zustandsform ein eigenes Formelzeichen (E, Q, W;…).

Elektrische Energie (W) muss im gleichen Augenblick in einem Kraftwerk erzeugt werden, in dem sie vom Verbraucher benötigt wird.

Es gibt zwei Arten von Energieträgern, **Primärenergieträger** (Sonne, Wind,…) und **Sekundärenergieträger** (Benzin, Kohle, Strom,..).

Die rechtzeitige und ausreichende Bereitstellung elektrischer Energie regeln der Bundeslastverteiler und die Landeslastverteiler. Diese errechnen den täglichen Energiebedarf auf Grund von Computersimulationen (Erfahrungswerte, Werktag, Wochenende, Jahreszeit, Wetterbericht usw.) und bestimmen, welche Kraftwerke wann und wie viel Energie zu erzeugen haben.

Dazu gibt es eine Analyse über den Tagesbedarf (Standardlastprofil/AUT verwendet die deutschen nach VDEW) an benötigter Energie.

Standardlastprofil:

https://de.wikipedia.org/wiki/Standardlastprofil#/media/Datei:Lastprofil_VDEW_H0_Winter.png

Übersicht über Lastprofilvorlagen:

https://www.e-control.at/tarifkalkulator-und-smart-meter

siehe Abbildung 2 Seite 19 FKB ET 1

In Haushalten werden ab dem Jahr 2019 alle Zähler auf Smart-Meter umgetauscht.

Eine Viertelstundenmessung und Überlieferung an den Netzbetreiber ist nur mit Zustimmung des Verbrauchers möglich.

1.1.1 Einteilung der Kraftwerke nach Lastbereichen

Grundlastbereich: z.B.: Lauf-, Kohle- und Atomkraftwerke

Mittellastbereich: z.B.: Kohle, Erdgas- und Ölkraftwerke

Spitzenlastbereich: z.B.: Speicher,- Pumpspeicher-, Gasturbinenkraftwerke

2.Wasserkraftwerke

2.1 LAUFKRAFTWERKE

Kraftwerk Traun-Pucking Foto: Energie AG

Siehe Abbildung 2 Seite 8 FKB ET 1

https://www.verbund.com/de-at/ueber-verbund/kraftwerke/kraftwerkstypen/laufkraftwerk

https://www.youtube.com/watch?v=6GGpqCA5fEk

Die Energiegewinnung in Laufkraftwerken ist von der **Zuflussmenge** und der **Fallhöhe** abhängig.

Als **Turbine** verwendet man die **Kaplanturbine.**

Sie hat durch die verstellbaren Turbinenflügel den Vorteil, dass die Leistung von der Wassermenge unabhängig ist (Wirkungsgrad: **80 – 95%**).

Kraftwerk Traun-Pucking Kaplanturbine Foto: Energie AG

2.2 SPEICHERKRAFTWERKE

Siehe Abbildung 2 Seite 8 FKB ET 1

Kraftwerk Partenstein Foto: Energie AG

Bei Speicherkraftwerken wird Wasser durch eine **Staumauer** oder **Talsperre** aufgestaut.

Man unterscheidet:

- **Kurzzeitspeicher**
  (Tages oder Wochenspeicher)
- **Langzeitspeicher**
  (Jahres oder Überjahresspeicher)

Im **Krafthaus** befinden sich die **Turbinen** und **Generatoren**.

Wegen der **großen Fallhöhe** werden hauptsächlich **Peltonturbinen** eingesetzt.

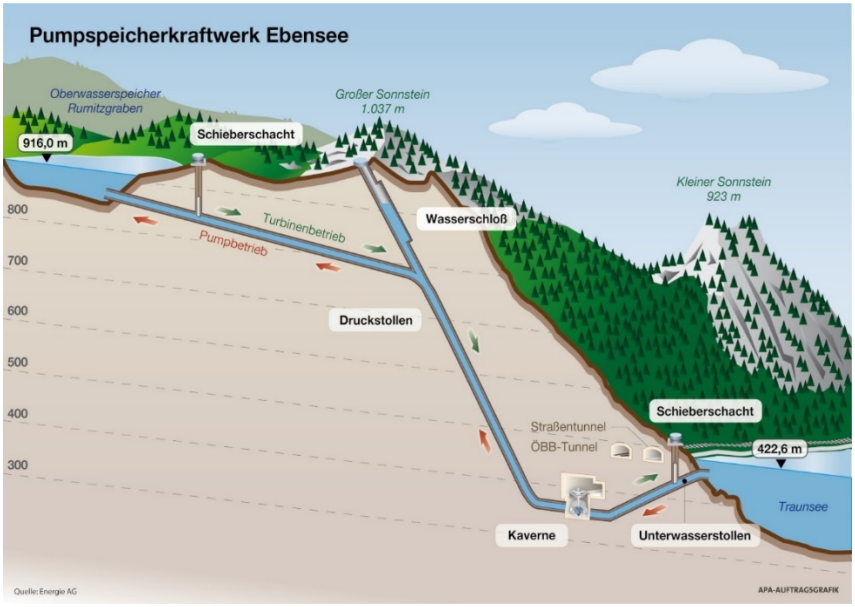
Daneben kommen in Hochdruckanlagen auch **Francisturbinen** zum Einsatz.

Kraftwerk Partenstein Saugrohr Foto: Energie AG

2.3 Pumpspeicher Kraftwerke

Siehe Abbildung 4 Seite 10 FKB ET 1

Können bei Stromüberschuss das Wasser wieder in den Speicher pumpen.

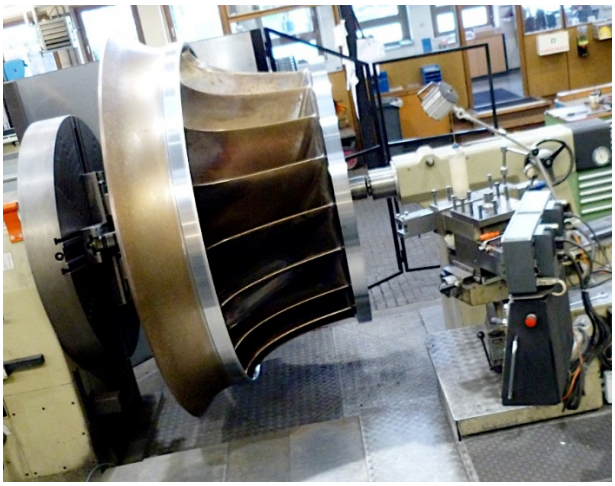


PSKW Ebensee Foto: Energie AG

2.3.1 Peltonturbine und Francisturbine

Im Gegensatz zur Peltonturbine liegt die Francisturbine unter Wasser und kann als Pumpe betrieben werden.

Siehe Abbildung 1 und 2 Seite 9 FKB ET 1



Francisturbine Foto: Energie AG

2.4 Fallhöhen und Turbinen von Wasserkraftwerken

- **Niederdruckanlagen** bis 25m Kaplanturbine
- **Mitteldruckanlagen** bis 100m Francisturbine
- **Hochdruckanlagen** über 100m Francisturbine (bis 400m), darüber Pelton

2.5 Gezeitenkraftwerke

nützen den **Tidenhub** des Meeres zur Energiegewinnung.

Siehe Abbildung 1 Seite 10 FKB ET 1

2.6 Wellenkraftwerke

nutzen die **Energie der Meereswellen**. Bisher realisierte Anlagen sind Prototypen und dienen verschiedenen Versuchen und Erprobungen.

Siehe Internet

3.Wärmekraftwerke

3.1 Wirkungsweise

Die bei der **Verbrennung** freiwerdende Wärme erzeugt in einem Kessel **Dampf**. Dieser Dampf wird unter **hohem Druck** einer Turbine zugeführt, die den Generator antreibt.

Nach diesem Prinzip funktionieren **Kohle- und Erdgaskraftwerke**.

Atomkraftwerke erzeugen die Wärme durch **Kernspaltung** von angereichertem Uran und erzeugen dadurch Wasserdampf.

https://www.youtube.com/watch?v=k2OsZWQAqoE

Kohle und Gas siehe Abbildung 1 Seite 12 FKB ET 1

Atomkraft siehe Abbildung 1 Seite 14 FKB ET 1

3.2 Funktionsprinzip

1. **Dampf erzeugen**

   Durch das Verbrennen des eingesetzten **Brennstoffes** wird in einem Kessel **Wasserdampf** erzeugt.

2. **Turbine & Generator**

   Der Dampf verlässt den Kessel und durchströmt die Leit- und Laufschaufeln der Turbine, die über eine Welle den Generator antreibt.

   Der Generator wandelt die **Bewegungsenergie in elektrische Energie** um und der erzeugte Strom wird ins Netz eingespeist.

3. Dampf Kondensieren

Im **Kondensator** wird der Dampf, der die Turbine verlässt, **wieder zu Wasser verflüssigt**. Dieses Wasser wird anschließend in den Kessel zurückgeleitet und der Wasser-Dampf-Kreislauf beginnt erneut.

4. Verwendung von Abfallprodukten aus der Verbrennung

Das Produkt aus der Rauchgasentschwefelungsanlage (**REA-Produkt**) kann vor allem in der **Bauindustrie** beim Errichten von Schmalwänden oder als mineralische Dichtmasse eingesetzt werden. Die ausgefilterte Flugasche findet Verwendung in der Zementproduktion.

3.3 Turbinen

Seite 12 FKB ET 1

Dampfturbinen:

- Kondensationsturbine:
  Der Wirkungsgrad beträgt ca. **40 %**
- Entnahme- Kondensationsturbinen:
  Finden Anwendung bei der **Kraft-Wärmekopplung**. Dampf mit sehr hohem Temperaturniveau wird **Heizungsanlagen** (Fernwärmeheizungen) zugeführt, fehlt aber der Turbine und verringert daher die elektrische Leistung.
  Der Gesamtwirkungsgrad beträgt ca. 60%, davon stehen nur ca. 30% zur Stromerzeugung zur Verfügung.
- Gegendruckturbinen werden kaum zur Stromerzeugung verwendet.

Gasturbine:

Das durch Verbrennen von **flüssigen** oder **gasförmigen** Brennstoffen entstehende **Gas** treibt die **Turbine** an (Prinzip der Flugzeugturbine).

Siehe Abbildung 2 Seite 12 FKB ET 1

Heißluftturbine:

Aufgewärmte Luft treibt diese Turbine an (oft durch Sonnenenergie erwärmt).

3.4 Umweltschutz in Wärmekraftwerken

Siehe Abbildung 1 Seite 13 FKB ET 1

3.4.1 Entstickung

Die Entstickung der Rauchgase erfolgt in sogenannten Denoxanlagen durch Reduktion der **Stickoxide** (NO_x) an einem Katalysator.

3.4.2 Entstaubung

Die Entstaubung der **Staubpartikel** in der Abluft erfolgt mittels:

- Elektrofilter
- Gewebe oder Schlauchfilteranlagen
- Nasselektrofilter

3.4.3 Entschwefelung

Bei der **Rauchgasentschwefelung** (REA) werden die Schwefelverbindungen in Abgasen reduziert oder entfernt.

- **Trockenverfahren**: Kalkmehl wird eingeblasen.
- **Sprühabsorptionsverfahren**: Kalkmilch wird eingesprüht
- **Nassentschwefelungsverfahren**: mit Kalkmilch ausgewaschen.

Sie liefern als Überbleibsel Formen von **Gips** oder **Ammoniumsulfat**, diese werden in der Industrie weiterverarbeitet.

3.5 Kernkraftwerke

Auch **Atomkraftwerk** („AKW“) genannt. **Spaltbares Uran** liefert Wärmeenergie, die (wie in Dampfkraftwerken) einer Turbine zugeführt wird. Im Inneren des Reaktorbehälters befinden sich **Brennelemente**, die mit den **Regelstäben** den Reaktorkern bilden.

Druckwasserreaktoren DWR (werden am häufigsten eingesetzt) nehmen zunächst durch das Kühlmittel des Primärkreislaufes die erzeugte Wärme auf und geben sie anschließend an den Dampferzeuger ab, der mit der Turbine den Sekundärkreislauf bildet.

Siedewasserreaktoren SWR verdampfen das Wasser im Reaktorkern und führen der Turbine den Dampf direkt zu.
https://www.planet-schule.de/frage-trifft-antwort/video/detail/wie-funktioniert-ein-kernkraftwerk.html

4.Alternative Energieerzeugung

4.1 PV-Anlagen

Siehe Abbildung 1 Seite 18 FKB ET 1

Photovoltaikanlagen wandeln **Lichtenergie** (Sonnenenergie) direkt in **elektrische Energie** um.

Foto: Energie AG

Dazu werden **Photovoltaikmodule,** welche aus **Photovoltaikzellen** bestehen benötigt.

Die einzelnen Zellen (10x10cm) produzieren mittels **Photonen** der Sonne **elektrische Spannung** von ca. 500mV und einen **Strom** von 2,4 A.

Diese **Gleichspannung** kann entweder direkt genützt werden (z.B. Almhütten) oder mittels eines **Photovoltaikinverters** (Wechselrichter) in **Wechselspannung** umgewandelt werden.

Wechselrichter Pressefoto: Fronius AG

Falls die Umwandlung in Wechselspannung erfolgt, gibt es **verschiedene Möglichkeiten** wie diese Spannung genutzt werden kann:

- Direkter Verbrauch
- Einspeisung in das Netz (1~)
- Einspeisung in das Netz (3~)
- Inselsystem

Natürlich spielt die Sonneneinstrahlung eine sehr große Rolle, **wieviel Spannung** produziert werden kann. Bei **wolkenlosem** Himmel und bei **senkrechter** Sonneneinstrahlung beträgt die Energieeinstrahlung in Österreich **ca. 1000W/m².**

4.2 Biomasse (Blockheizkraftwerk)

Biodiesel (z.B.: aus Rapsöl) und **Biogase** (z.B.: durch tierische Abfälle) treiben je nach Motor (Diesel oder Gas) einen **Generator** an, welcher in das Netz einspeist.

Bioenergiekreislauf siehe: *Abbildung 1 Seite 15 FKB ET 1*

Blockheizkraftwerke erzeugen immer elektrische Energie und Wärmeenergie.

Der biologische Kreislauf wird durch die Aufnahme des freiwerdenden CO_2 durch die Pflanzen geschlossen.

4.3 Windenergie

Siehe Abbildung 1 Seite 16 FKB ET 1

Je nach **Größe** eines Windrades (bis zu 109m im Durchmesser/Generatorhöhe bis zu 128m) können bis zu **einigen MW** an elektrischer Energie erzeugt werden.

Die **Gondel** ist **drehbar** gelagert, um sich an die Windbedingungen anpassen zu können.

Ab 10km/h wird in das Netz eingespeist und ab ca 50km/h werden die Rotoren ausgeschaltet.

Es gibt **getriebelose Anlagen** und solche **mit Getriebe**, wo der Generator um vieles schneller drehen kann als der Rotor.

Aufbau eines Windrades ohne Getriebe:

https://www.enercon.de/technologie/komponenten/

Der vom Windrad erzeugte **Wechselstrom** muss **gleichgerichtet** werden und dann wieder in **Wechselstrom** umgewandelt werden (Vollumrichter), damit er die **richtige Frequenz** zur Einspeisung in unser Netz bekommt.

Damit Windräder **nicht überbelastet** werden, gibt es zwei Arten der Regelung:

- **Pitchregelung**, Verstellung der Rotorblätter bei zu viel Wind
- **Stallregelung**, Abriss der Strömung auf Grund aerodynamischer Bauweise bei zu hohen Windgeschwindigkeiten.

4.4 Brennstoffzelle

Siehe Seite 21 FKB ET 1

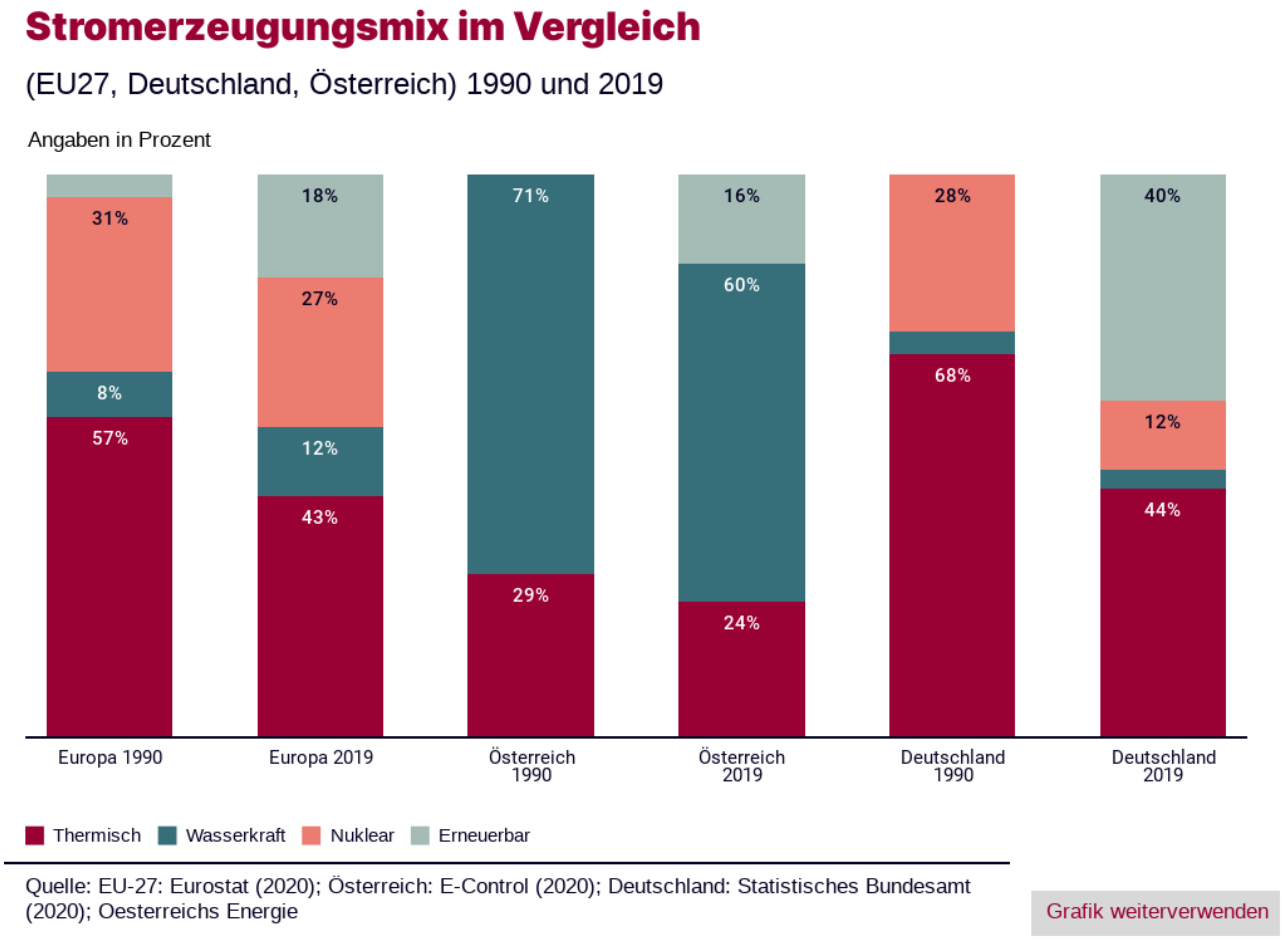
Hier wird die **Umkehrung der Wasserelektrolyse** genutzt und aus einem mit Elektrolyt vermischten Wasser, wieder Wasserstoff und Sauerstoff getrennt. Diese **Knallgasreaktion** erzeugt Gleichstrom und Wärme.

Verwendung findet die Brennstoffzelle hauptsächlich in Fahrzeugen und Booten.

<u>Funktion einer Brennstoffzelle:</u>

Siehe Abbildung 2 Seite 22 FKB ET 1

4.5 Anteil der Energieformen bei der Stromerzeugung



5.Übertragung und Verteilung elektrischer Energie

5.1 Allgemeines

Leiter aus **Aluminium** haben wegen ihrer geringeren Dichte bei gleichem Gewicht einen größeren Querschnitt und dadurch einen höheren Leitwert als Kupferseile und werden deshalb bei Hochspannungsleitungen bevorzugt eingesetzt.

Je nach Höhe des Bedarfs an elektrischer Energie erfolgt die Versorgung auf verschiedenen Spannungsebenen.

Transportweg	Durchschnittliche Übertragungslänge	Höhe der Spannung
Generator Umspannanlage	100m	10 - 30kV
Internationaler Energieverbund	1000km	380kV
Einspeisung in Regionalnetze	200km	220kV (380kV)
Regionalnetze	50km	110kV
Mittelspannungsnetze	20km	10 - 30kV
Ortsnetze	0,5km	0,4kV

5.2 Umspannwerke, Umspannstationen

Siehe Abbildung 3 Seite 30 FKB ET 1

Das Umspannen der Netzspannung für die verschiedenen Spannungsebenen, geschieht in Umspannwerken. Dies sind meist Freiluftanlagen oder Innenraum-Umspannwerke (Isolierung durch SF_6-Gas $\Rightarrow$ Schwefelhexaflorid). Diese gekapselten Schaltanlagen benötigen nur ca. 15 % des Flächenbedarfs von Freiluftanlagen.

Das Umspannen auf Niederspannung erfolgt in unbesetzten Trafostationen. In diesen Trafostationen befinden sich auch Sicherungen, Überspannungsableiter und die Erdungsanlage. Die Verlustwärme muss durch gute Entlüftung abgeführt werden.

5.3 Übertragungsnetze

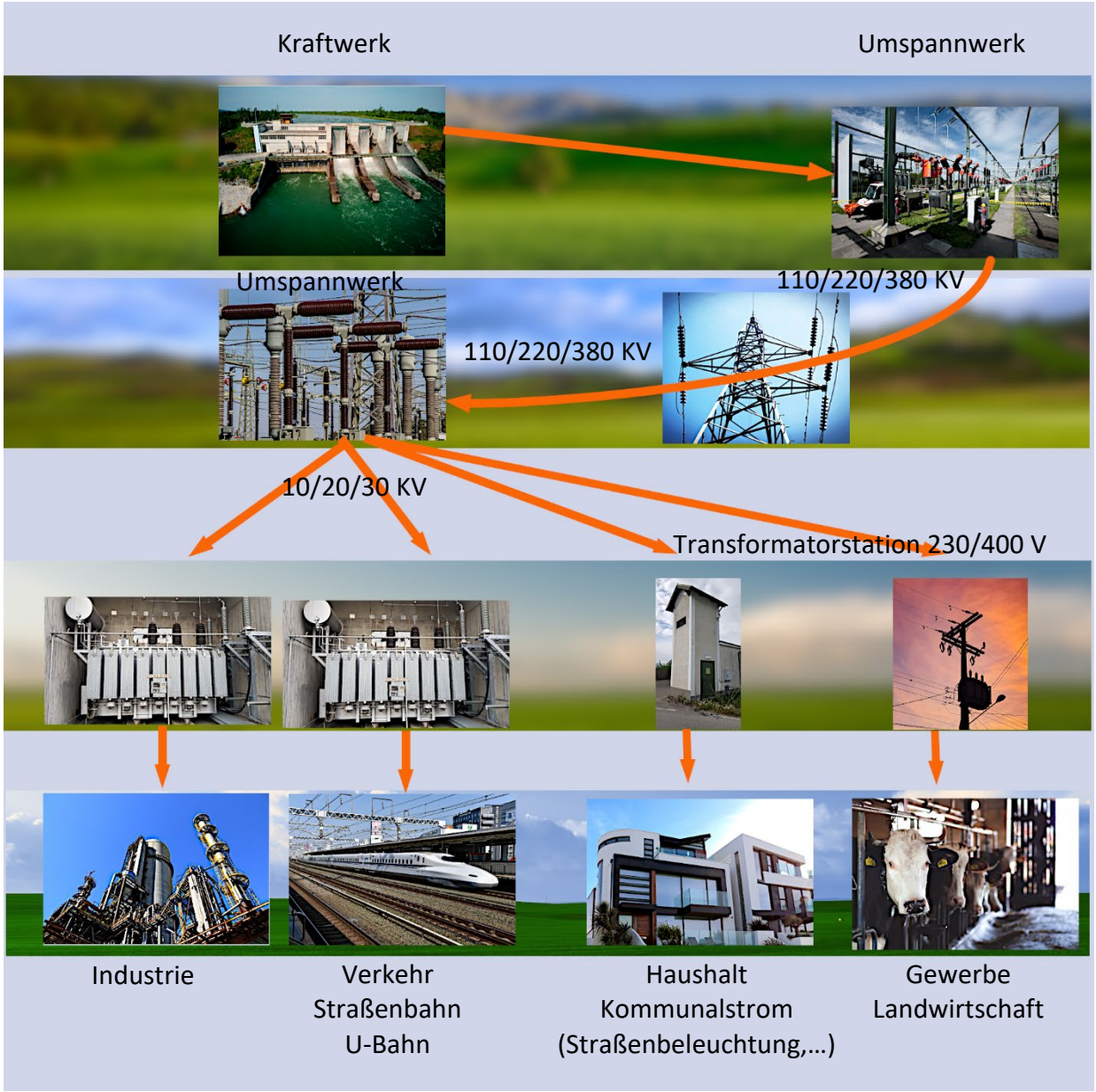
5.3.1 Höchst-, Hoch-, Mittel-, Niederspannungsnetze

Siehe Seite 25 FKB ET 1 Punkt 1.3,1 Arten der Übertagungsnetze

Generatoren in Kraftwerken erzeugen auf Grund ihrer Ausführung und Bauform Spannungen zwischen 6kV und 30kV.

Um diese erforderlichen Energiemengen wirtschaftlich (ohne Leistungsverluste) übertragen und verteilen zu können gibt es vier verschiedene Spannungsebenen.

Diese einzelnen Spannungsebenen sind über Umspannwerke und Transformatoren miteinander verbunden.



5.3.2 Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ)

Sie gewinnt durch die vermehrte Nutzung erneuerbaren Energiequellen immer mehr an Bedeutung.

Verwendung:

Übertragung sehr hoher Leistungen mit geringen Verlusten über sehr weite Entfernungen mit Spannungen bis 1500kV.

Prinzip:

Drehstrom wird auf die gewünschte Spannungshöhe hochtransformiert und gleichgerichtet. Am Ende der Übertragungsstrecke wird die Gleichspannung wieder wechselgerichtet und heruntertransformiert.

Geschaltet kann diese Leitung immer nur auf der Drehstromseite werden, da es praktisch unmöglich ist, derart hohe Gleichspannungen zu unterbrechen (kein Nulldurchgang).

5.3.3 Smart Grid (intelligentes Netz)

Siehe Abbildung 1 Seite 26 FKB ET 1

Auf Grund der intelligenten Smart-Meter und der mit dem Internet verbundenen Verbraucher und Erzeugeranlagen (PV-Anlage Einfamilienhäuser) lässt sich der Stromverbrauch mittels eines Lastmanagements (smart operator) regional verteilen.

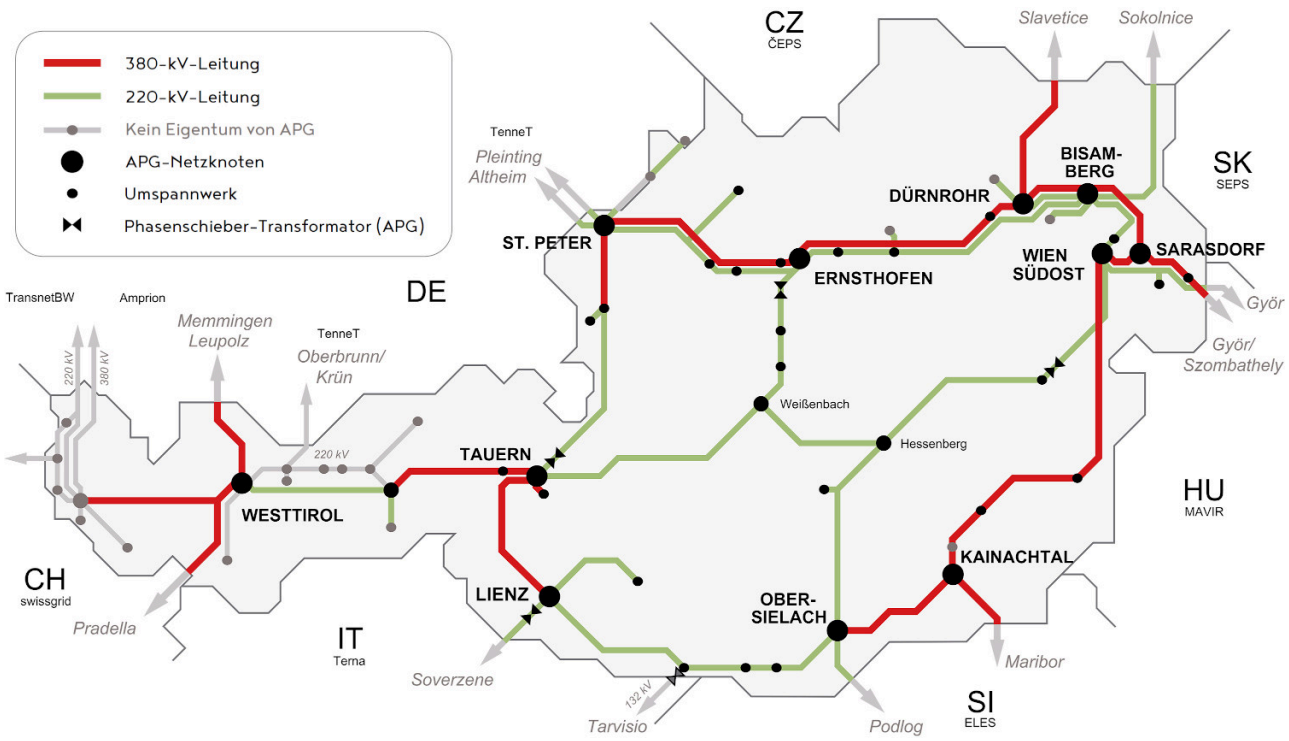
5.3.4 Schalteinrichtungen in Netzen

Zum Schalten in Umspannwerken und Schaltanlagen kommen spezielle Schaltgeräte je nach Höhe der zu schaltenden Spannung zum Einsatz:

- Trennschalter
- Lasttrennschalter
- Leistungstrennschalter
- Leistungsschalter

Siehe Abbildung 1 Seite 27 FKB ET 1

5.3.5 Netzsystem in Österreich



Quelle: Austrian Power Grid

6.Gleichrichterschaltungen

6.1 Die Diode

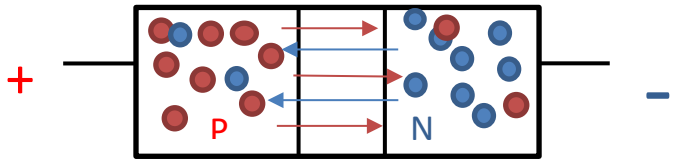
Siehe Abbildung 2 Seite 132 FKB ET 1

Eine **Diode** ist nichts anderes als **ein P-N Übergang**.

6.1.1 Diode an Spannung

Siehe Abbildung 1 Seite 132 FKB ET 1

Durchlassrichtung:



Betreibt man die Diode in **Durchlassrichtung** (Plus an die Anode=P-Seite, Minus an die Kathode =N-Seite) so überwindet die anliegende Spannung die Sperrschicht.

Sperrrichtung:

Schließt man die Diode allerdings in **Sperrrichtung** an (Minus an Anode und Plus an Kathode), so 'zieht' die anliegende Spannung die Sperrschicht nur noch weiter auseinander

6.2 Gleichrichterschaltungen

6.2.1 Ungesteuerte Einweg-Gleichrichterschaltung M1U:

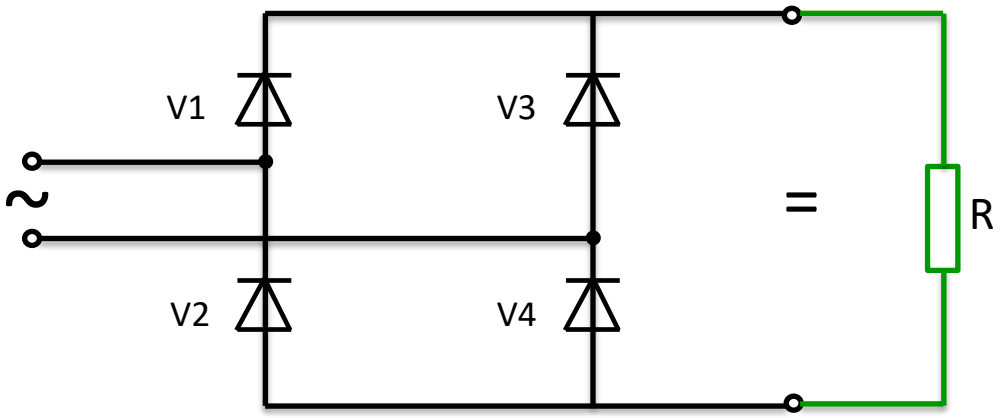
Siehe Abbildung 3 und 4 Seite 135 FKB ET 1

Die Diode lässt nur die Positive Halbwelle durch, es entsteht eine stark **pulsierende Gleichspannung.**

6.2.2 Ungesteuerte Zweipuls-Brückenschaltung B1U:

Siehe Abbildung 2a und 2b Seite 135 FKB ET 1

Hier werden zwei in Reihe geschaltete Dioden parallel zu zwei in Reihe geschalteten Dioden geschaltet, damit am Ausgang beide Halbwellen bei voller Spannung verwendet werden können.



Der Strom fließt bei einer **positiven** Halbwelle über die Diode **V1** zum Verbraucher R und über die Diode **V4** retour.

Bei einer **negativen** Halbwelle fließt der Strom über die Diode **V3** zum Verbraucher und über die Diode **V2** retour.

Die Stromrichtung am Verbraucher hat daher immer die gleiche Richtung.
Auch hier haben wir immer noch eine pulsierende Spannung, welche wir mittels einen **Glättungskondensators** verbessern können.

Siehe Abbildung 1 und 2 Seite 138 FKB ET 1

6.2.1 Dreiphasen-Gleichrichtung:

Siehe Seite 136 FKB ET 1

7.Transformator

Siehe Seite 95 FKB ET 1

7.1 Aufbau

Ein Transformator besteht aus zwei Wicklungen. Der **Primärwicklung** (Eingangswicklung) und der **Sekundärwicklung** (Ausgangswicklung).

Diese sind meist gegenüber auf einem Eisenkern, welcher aus **isolierten Blechen** besteht, angebracht.

Durch die einzeln **isolierten Bleche**, werden die **Wirbelströme** vermindert.

Siehe Abbildung 4 Seite 95 FKB ET 1

Häufigste Bauformen:

- Kerntransformator
- Manteltransformator
- Ringkerntransformator

7.2 Transformator im Leerlauf

Wird der Transformator auf der **Primärseite** an eine **Wechselspannung** angeschlossen, fließt ein **Leerlaufstrom** durch die Wicklung.

Diese verursacht einen **magnetischen Wechselfluss Φ**.

Die Größe von Φ hängt ab von:

- **Widerstand** des Magnetkreises (Eisenquerschnitt, Luftspalt, etc.)
- **Windungszahl** der Primärwicklung
- **Stromstärke**
- **Frequenz** der Primärspannung

Siehe Abbildung 2 Seite 96 FKB ET 1

Ein Leerlaufender Transformator hat einen schlechten Leistungsfaktor cos φ.

Erstes Transformatorgesetz:

Die Spannungen verhalten sich proportional zu den jeweiligen Windungszahlen!

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

7.3 Transformator bei Belastung

In der **Sekundärwicklung** des Trafos wird durch die Änderung des magnetischen Fluss eine **Spannung** induziert. Je nach **Art der Belastung** (ohmsch, induktiv, kapazitiv) fließt ein zur Ausgangsspannung U_2 **phasenverschobener** Laststrom I_2. Dieser erzeugt sekundär einen magnetischen Gegenfluss, der das Magnetfeld primär schwächt. Dadurch wird X_L kleiner und der Eingangsstrom I_1 nimmt zu.

Siehe Abbildung 1 Seite 97 FKB ET 1

Zweites Transformatorgesetz:

Die Anzahl der Windungen verhalten sich **umgekehrt** proportional zu den zugehörigen Strömen!

$$ü = \frac{N_1}{N_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

Die Ersatzschaltung eines Trafos ist ein ohmscher Widerstand mit einem induktiven Widerstand in Reihenschaltung.

7.4 Transformatoren zur Messung von Strom und Spannung

Strom- und **Spannungswandler** werden eingesetzt, um schwer erfassbare elektrische Größen in leicht messbare Größen umzuwandeln.

Siehe Seite 105 FKB ET 1

Bei **Spannungswandler** ist zu beachten, dass diese auf der Sekundärseite **nicht** kurzgeschlossen werden dürfen und daher auch gegen einen Kurzschluss geschützt werden müssen.

Stromwandler dürfen **nie** im **Leerlauf** betrieben werden. Dadurch muss eine Absicherung auf der Ausgangsseite entfallen!

Die **Genauigkeitsklasse** eines **Strom- bzw. Spannungswandlers** gibt an, um wie viel **Prozent Abweichung** es gegenüber dem **Nennwert** kommen kann.

8.Wärmetechnische Grundlagen

8.1 Allgemeines

Siehe Seite 238 FKB ET 1

Wärme ist eine Energieform!

Als Temperatur (Formelzeichen T bzw. ϑ (sprich: Theta)) bezeichnet man den Wärmezustand (Energieform) eines Körpers.

Jeder Körper befindet sich in einem bestimmten Energiezustand. Das heißt, seine Teilchen (Atome, Moleküle) bewegen sich ungeordnet hin und her. Je höher die Temperatur des Körpers, desto stärker die Bewegung.

Formelzeichen	Einheit
Q	1J (Joule) (früher 1cal~4,19J)

1J	1Ws	1Nm (mech. Energie)	
(1KWh	1000Wh	1000 x 3600Ws	3 600 000 Ws)

Die Temperatur wird in Kelvin (K), Celsius (C) und in Fahrenheit (F) angegeben.

Absolute Temperatur:

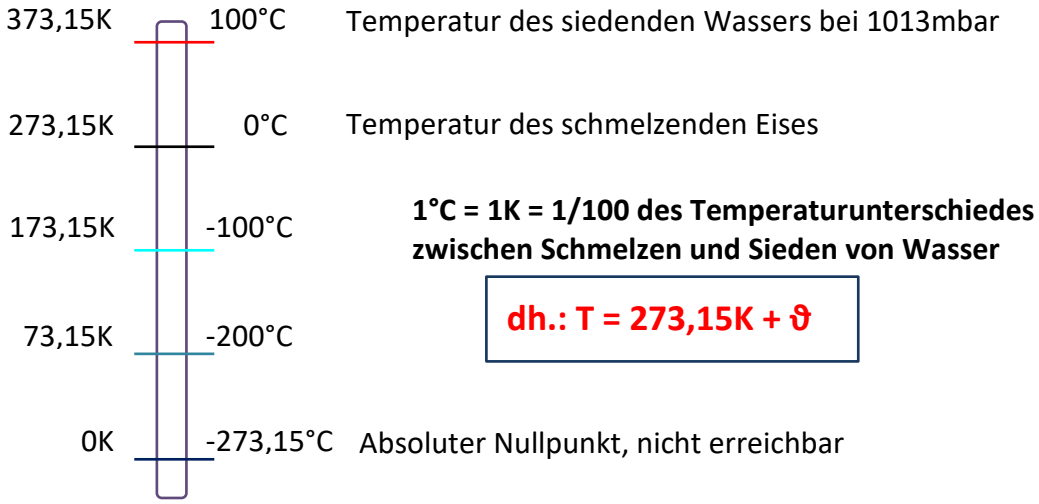
Formelzeichen	Einheit
T	1K (Kelvin)

Celsius Temperatur:

Formelzeichen	Einheit
ϑ (theta)	1°C (Grad Celsius)

Der Gefrierpunkt des Wassers ist mit 0 °C festgelegt (273 K).

Der absolute Nullpunkt (Atome und Moleküle bewegen sich nicht mehr) ist mit 0 K (-273 °C) festgelegt.



z.B.: 100°C = 373,15K

0°C = 273,15K

-273,15°C = 0K absoluter Nullpunkt

Durch die Temperatur werden viele Eigenschaften eines Körpers, wie z.B. das Volumen, der Aggregatzustand und die elektrische Leitfähigkeit bestimmt.

8.2 Wärmemenge Q

Siehe Seite 238 FKB ET 1

Um die Temperatur eines Körpers erhöhen zu können muss Energie zugeführt werden!

Dies ist abhängig von Stoffmenge, Wärmekapazität (Art des Stoffes) und der **Temperaturdifferenz Δϑ** (Delta Theta).

Die Wärmeenergie, die zugeführt werden muss od. abgegeben wird, errechnet sich aus:

Formelzeichen	Einheit
$Q = m*c*\Delta\vartheta$ $(\Delta\vartheta = \vartheta_2 - \vartheta_1)$	kJ

Legende:

Q = Wärmeenergie in kJ

m = Masse in kg

c = spezifische Wärmekapazität in kJ/kg*K

ϑ_2, ϑ_1 = Temperatur in °C

$\Delta\vartheta$ = Temperaturdifferenz wird immer in K angegeben!

8.3 Spezifische Wärmekapazität c

Siehe Seite 238 FKB ET 1

Das Material wird durch die so genannte spez. Wärmekapazität beschrieben. Darunter versteht man die Wärmeenergie (Wärmemenge) die für die Erwärmung von 1kg um 1K erforderlich ist!

Formelzeichen	Einheit
c	1kJ/kg*K

Werte für c:	Wasser	=> c =	4190 J/kg*K
	Kupfer	=> c =	390 J/kg*K
	Aluminium	=> c =	890 J/kg*K
	Luft	=> c =	1000 J/kg*K

8.4 WÄRMEWIRKUNGSGRAD

Siehe Seite 239 FKB ET 1

Formelzeichen: η_{th} Eta thermisch (alt: ζ / Zeta)

Bei der Umwandlung von Energie in Wärmeenergie bzw. bei der Wärmeausbreitung entstehen Verluste.

Z.B.: Ist im günstigsten Fall die erzeugte Stromwärme (elektrische Arbeit):

Formelzeichen	Einheit
$Q_S = P*t$	kWh, kJ

Die an der erwünschten Stelle auftretende Nutzwärme (Wärmemenge /1J = 1Ws) beträgt:

Formelzeichen	Einheit
$Q_N = c*m*\Delta\vartheta$	kJ

Der Wärmewirkungsgrad errechnet sich dann aus:

Formelzeichen	Einheit
$\eta_{th} = \frac{Q_N}{Q_S}$	-

8.4.1 BERECHNUNGSBEISPIEL:

In einem Heißwasserspeicher für 230 V werden in 8 Stunden 80 l Wasser von 12°C auf 65°C erwärmt. Der Wärmewirkungsgrad beträgt 96%.

Berechne:

a) Die Wärmeenergie des Wassers;

b) Die elektrische Energie die der Heißwasserspeicher aufnimmt.

c) Die elektrische Anschlussleistung;

8.5 Wärmeübertragung

Siehe Seite 240 FKB ET 1

8.5.1 Grundsatz:

Alle Körper sind bestrebt, ihren Wärmezustand einander anzugleichen! Die Wärmeübertragung erfolgt dabei immer vom höheren zum niedrigeren Wärmezustand!

8.5.2 Wärmeleitung

Wärmetransport durch Weitergabe der Bewegungsenergie zwischen Molekülen und Atomen, hauptsächlich bei festen Stoffen.

Dabei ist die Wärmeleitfähigkeit von Stoffen sehr unterschiedlich.

Anwendung: Kochplatten, Lötkolben,...

8.5.2.1 Wärmeströmung (-konvektion):

Wärmetransport durch bewegte Materie. In Gasen und Flüssigkeiten.

Man unterscheidet:

Freie Konvektion => erwärmte Luft, Wasser steigt auf
Erzwungene Konvektion => Heizlüfter, Umwälzpumpe

8.5.2.2 Wärmestrahlung

Energietransport durch elektromagnetische Wellenstrahlung. (Ausbreitung d.h. auch im Vakuum möglich!)

Z.B.: Wärmeübertragung Sonne – Erde; Die Luft wird allerdings indirekt über den Boden erwärmt.

Anwendung: Infrarotstrahler

9.Heißwasserbereiter

Siehe Seite 242 FKB ET 1

Bei den Heißwasserbereitern unterscheid man zwischen den **offenen (drucklosen)** und **geschlossenen (druckfeste)** Geräten.

Funktionsweise Drucklos

Das offene oder drucklose Gerät wird vom Leitungsdruck durch ein Ventil abgeriegelt. Er muss also den Leitungsdruck nicht aushalten. Dadurch benötigt er eine Armatur mit drei Anschlüssen, Kaltwasserzulauf zum Wasserhahn, ein weiterer Kaltwasserzulauf zum Durchlauferhitzer und der Warmwasserzulauf zum Wasserhahn.

Funktionsweise Druckfest

Dieser speichert das Wasser direkt im Gerät und hat den Druck der Leitung, er muss dem Wasserdruck also standhalten, daher rührt die Bezeichnung druckfest. Überdruckventile sind vorzusehen.

- Boiler
  Siehe Seite 242 FKB ET 1
- Kochendwassergerät
  Siehe Seite 242 FKB ET 1
- Heißwasserspeicher
  Siehe Seite 242 FKB ET 1
- Druckspeicher
  Siehe Seite 244 FKB ET 1
- Durchlauferhitzer
  Siehe Seite 244 FKB ET 1
- Durchlaufspeicher
  Siehe Seite 245 FKB ET 1

9.1 Warmwasserspeicherung

Beim Speichern vom Wasser ist unbedingt darauf zu achten, dass sich ab 65°C die Kalkablagerung stark erhöht. Daher sollte ein Boiler maximal zwischen 60°C und 64°C eingestellt werden, auf keinem Fall unter 40°C.

Erfolgt in warmen stehenden Gewässern kein Wasseraustausch können sich Legionellen bilden. Eine Bakterienart welche Lungenentzündung (Die Legionärskrankheit) hervorruft. Legionellen vermehren sich am besten bei Temperaturen zwischen 25°C und 40°C. Oberhalb von 60°C werden sie meistens abgetötet und unterhalb von 20°C vermehren sie sich kaum noch.

Wichtig: Legionellen werden nicht von Mensch zu Mensch übertragen.

10. Wärmegeräte kleinerer Leistung

Siehe Seite 248 FKB ET 1

Einteilung nach Geräte

- **Direktheizgeräte**
  Heizelemente werden durch den Stromfluss erwärmt und die entstandene Wärme wird direkt an die Luft abgegeben.
- **Speicherheizgeräte**
  Diese Geräte haben meist einen Speicherkern, welcher von Isoliermaterial umgeben ist und erst später die Wärme abgibt.

Einteilung nach Wärmeabgabe

- Strahlungswärme
  Ähnlich wie die Strahlung der Sonne, erhitzt die Strahlungswärme den erfassten Raum. Es werden die Gegenstände und Wände eines Raumes erwärmt. Strahlung mit niedriger Wellenlänge (z.B. Heizstrahler) gehen tiefer in die Haut. Infrarotstrahlung geht von 780 nm bis 1mm λ (Lambda = Wellenlänge).
- Konvektionswärme
  Das Gerät wird erwärmt (Heizkörper, Radiator, …) und die erwärmte Luft steigt nach oben und diese Wärmebewegung (=Konvektion) verteilt die Wärme im Raum.