

Die Wärmepumpe

fachlich und etwas lustig
(Fred Wittmann)

Die Wärmepumpe

1

....alle reden vom Klimaveränderung, immer mehr CO₂ in der Atmosphäre, Grundwasserabsenkung, Trinkwassermangel, Trockenheit und so weiter.

...du hast doch Gas-
Wasser-Scheisse,
Heizung und
Klimatechnik bei PTL-
Eckert studiert, oder
nicht ?



....na und, was willst
du mir damit sagen ?

© WP-1-3.2023
by Fwi 2023

Die Wärmepumpe

2

...ich tue genug für die Umwelt, fahre einen kleinen Fiat, trenne
meinen Müll, werfe keinen Unrat in den Wald und auf die Strasse !

..du kannst doch auch mal was
für die Umwelt tun.

...ab wenn jeder so
denke wie du wird das
nie was mit dem
Klimaschutz !!!



...ich fahre nur
das nötigste mit
dem Auto. Fast
alles mit dem
Fahrrad. Sollen
die Anderen erst
mal was fürs
Klima tun !

© WP-1-3.2023
by Fwi 2023

Fortsetzung folgt

Die Wärmepumpe

3

...ausserdem fahren wir heuer eine Woche nach Wien, da nehmen wir die Bahn. Und im Herbst nach Bochum, auch mit der Bahn!

...deshalb sollte wir das mit der Wärmepumpe machen. Die Funktionweise der einfach erklärt, nicht Wissenschaftliches. Wie wir es mit dem hx-Diagramm gemacht haben. OK!

...na, gut gibst ja sonst keine Ruhe, alte Nervensäge



© by Fwi 2023

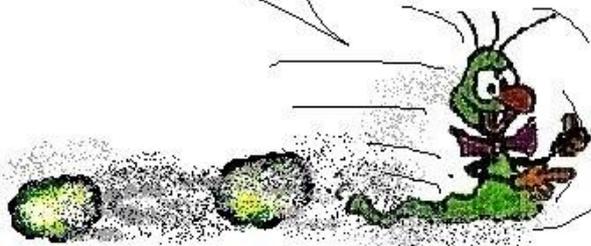
Die Wärmepumpe

4

...dann legen wir doch gleich los. Ich hole den Kartenständer und das Wärmepumpenschema, das du mal gezeichnet hast. Bin gleich wieder da!

...wenn er sich wieder mal profilieren will, soll er die Sachen alle herschleppen.

...na, dann mach mal !!!



© by Fwi 2023

Die Wärmepumpe

5

...den Kartenständer hätte ich, jetzt noch die Karte mit dem Wärmepumpen-Schema, und dann den Ständer aufstellen. Etwas Hilfe von dir wäre angebracht. Nicht nur herumstehen und dumm schauen!

...du bist der Mann für's Grobe, ich bin für die geistige Arbeit zuständig!!!

...so wie ich ihn kenne will er wieder der Schlauste sein.

...ja,...ja...



© by Fwi 2023

Die Wärmepumpe

6

...da bin ich mal gespannt wie du das machen willst!
...wir haben keine Leiter!!! nichts!

...jetzt müssen wir das Ganze nur noch aufstellen

...lass mich nur machen.



© by Fwi 2023

Die Wärmepumpe

7



Die Wärmepumpe

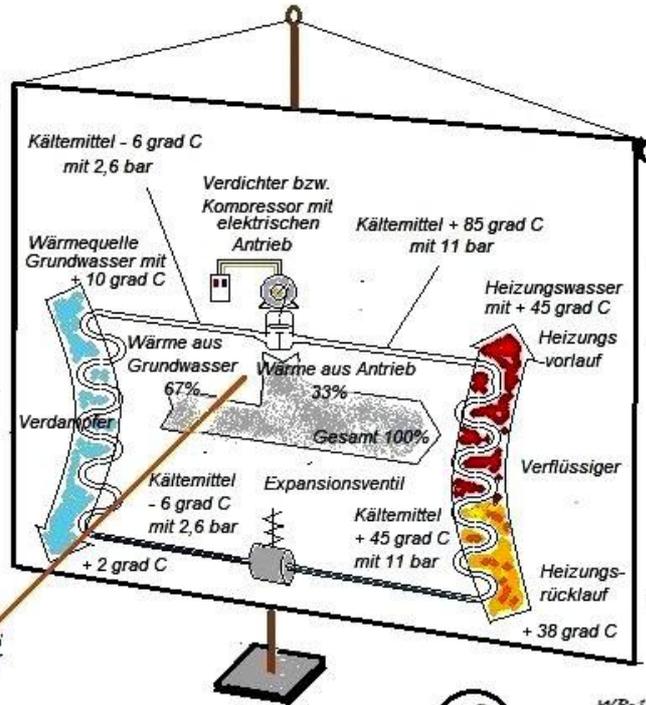
8



Die Wärmepumpe

9

...ich zeige mit dem Zeigestab die einzelnen Bauteile der Wärmepumpe an, du erklärst dabei die Funktion des Bauteils OK !!!



nun,...fangen wir an...



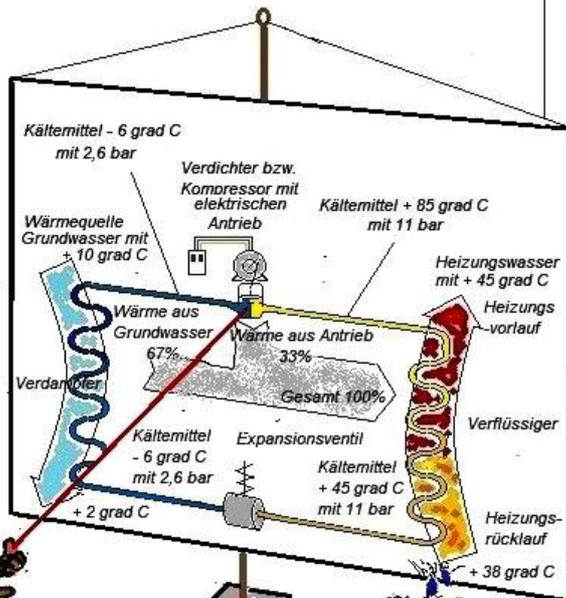
© by Fwi 2023

Die Wärmepumpe

10

...der Kompressor hat die Aufgabe das flüssige Kältemittel bei niedrigem Druck abzusaugen. ...ne,ne...so geht das nicht, wir müssen in einfachen Schritten erstmal einfach das Prinzip der Wärmepumpe erklären !!!

...erstes Bauteil, der Kompressor bzw. der Verdichter.



...ausserdem ist am Kondensator, bzw. am verflüssiger der Heizungsrücklauf undicht !



© by Fwi 2023

Die Wärmepumpe

11



Die Kühlbox ist der Verdampfer



Expansions-ventil

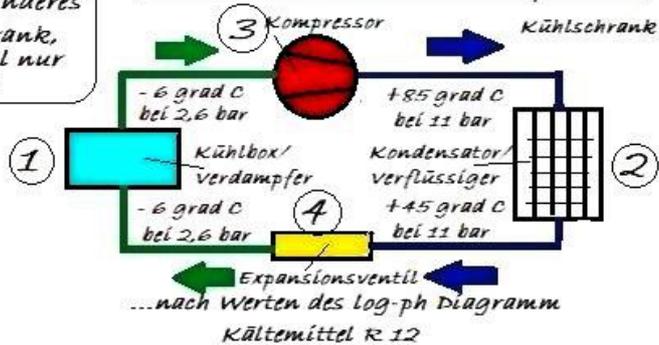
Kompressor bzw. Verdichter

verflüssiger bzw. Kondensator.

die Wärmepumpe ist im Prinzip nichts anderes als ein Kühlschrank, wenn man so will nur umgekehrt!



Blockschaltbild der Kreisprozess



Im Verdampfer 1 befindet sich flüssiges Kältemittel bei niedrigem Druck. Im Verdampfer, also Kühlbox (Eisfach) erfolgt eine Wärmeaufnahme, z.B. wenn man im Eisfach des Kühlschranks etwas einfrieren will. Die Wärmeenergie geht ins Kältemittel über, das Kältemittel wird gasförmig. Der Kompressor 3 saugt das gasförmige Kältemittel ab, verdichtet es und führt es dem Kondensator 2 zu. Durch die Verdichtung erfolgt eine Temperaturerhöhung des Kältemittels. Durch die Wärmeübertragung im Kondensator an die z.B. Raumluft, wird das gasförmige Kältemittel wieder verflüssigt. Das Expansionsventil öffnet sich, der Druck des Kältemittels wird entspannt und wird im flüssigen Zustand mit niedrigem Druck dem Verdampfer zugeführt. Der Kreislauf beginnt neu.

Das Kältemittel R12 ist Dichlordifluormethan und für die Umwelt schädlich. Es zerstört die Ozonschicht und ist seit 1995 EU-weit verboten.

es geht schon noch weiter!

-Fortsetzung folgt- !

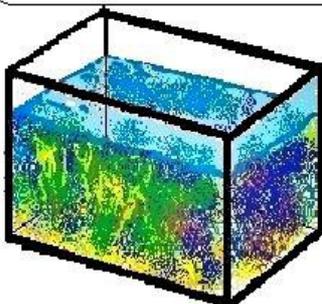
© by Fwi 2022



Die Wärmepumpe

12

...das Wasser im Aquarium hat eine Temperatur von plus 10 Grad Celsius und bietet sich für meine Versuch optimal an. Jetzt noch die Kühlbox aus dem Kühlschrank ins Aquarium, dann kann ich den Versuch starten!



Kondensator-verflüssiger

E-Leitung



Kompressor

Expansionsventil

...was hast du mit meine Kühlschrank gemacht, der ist total zerlegt. Und was hast du mit meinem Aquarium vor ??? Hoffentlich hat er Bruno aus dem Becken genommen !!

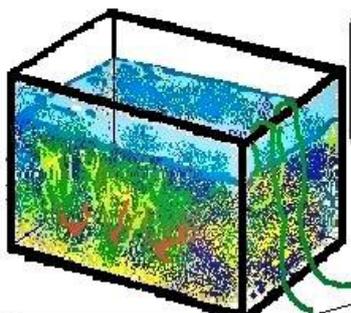


© by Fwi 2022

Die Wärmepumpe

13

...die Gefrierbox des Kühlschranks ist unser Verdampfer, wie der Verdampfer bei einer Grundwasserwärmepumpe, wobei das Aquarium bei unserem Versuch das Grundwasser ist!

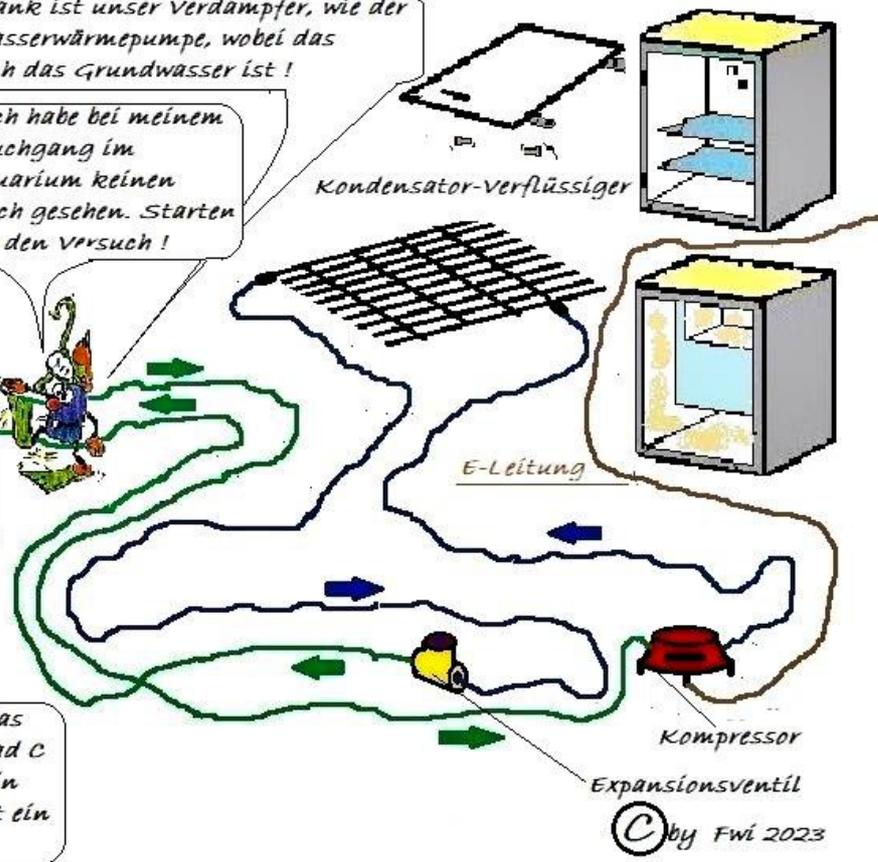


...ich habe bei meinem Tauchgang im Aquarium keinen Fisch gesehen. Starten wir den Versuch!

...ja, ich tauche dann noch mal, werde deinen Bruno schon finden. Danach schalten wir die Anlage aber ein, ok!



...wenn du bei deinem Versuch das Wasser im Aquarium von 10 Grad C auf 4 Grad C absenkst, wird mein Bruno das nicht überleben, er ist ein Warmwasserfisch!!!

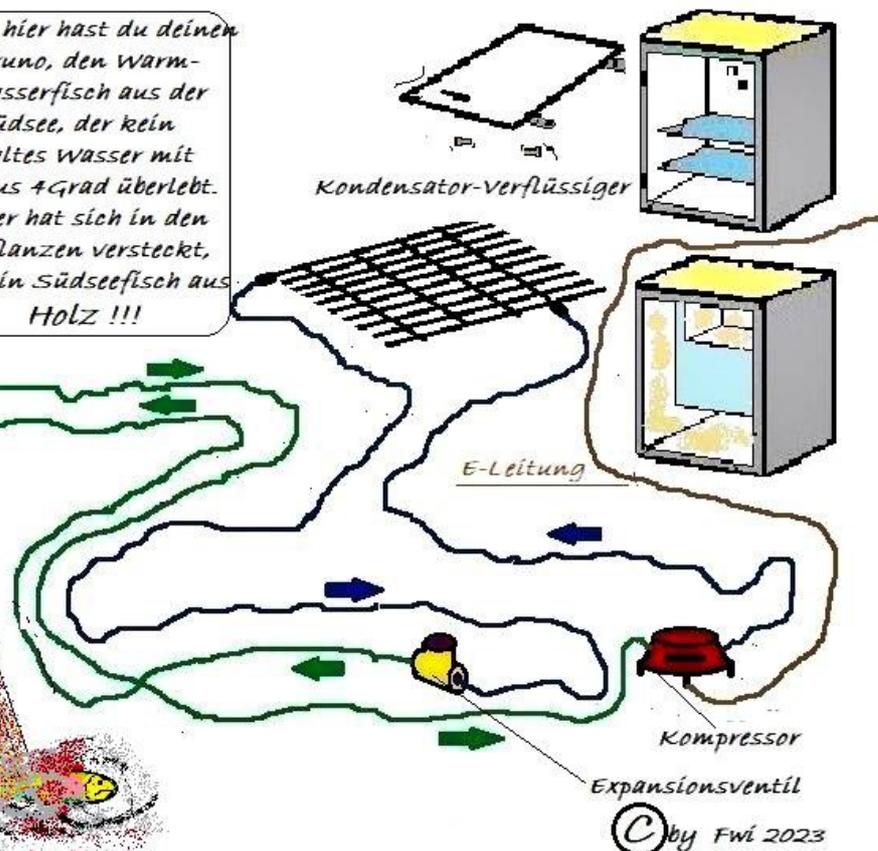
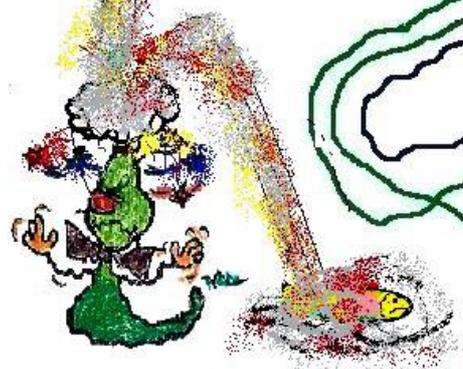
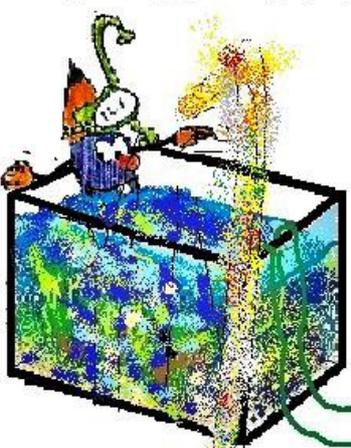


© by Fwi 2023

Die Wärmepumpe

14

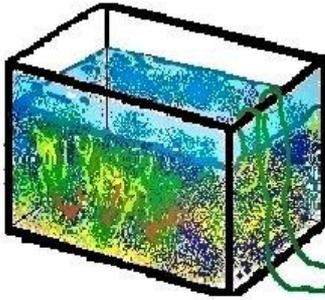
...hier hast du deinen Bruno, den Warmwasserfisch aus der Südsee, der kein kaltes Wasser mit plus 4 Grad überlebt. ...er hat sich in den Pflanzen versteckt, dein Südseefisch aus Holz!!!



© by Fwi 2023

Die Wärmepumpe

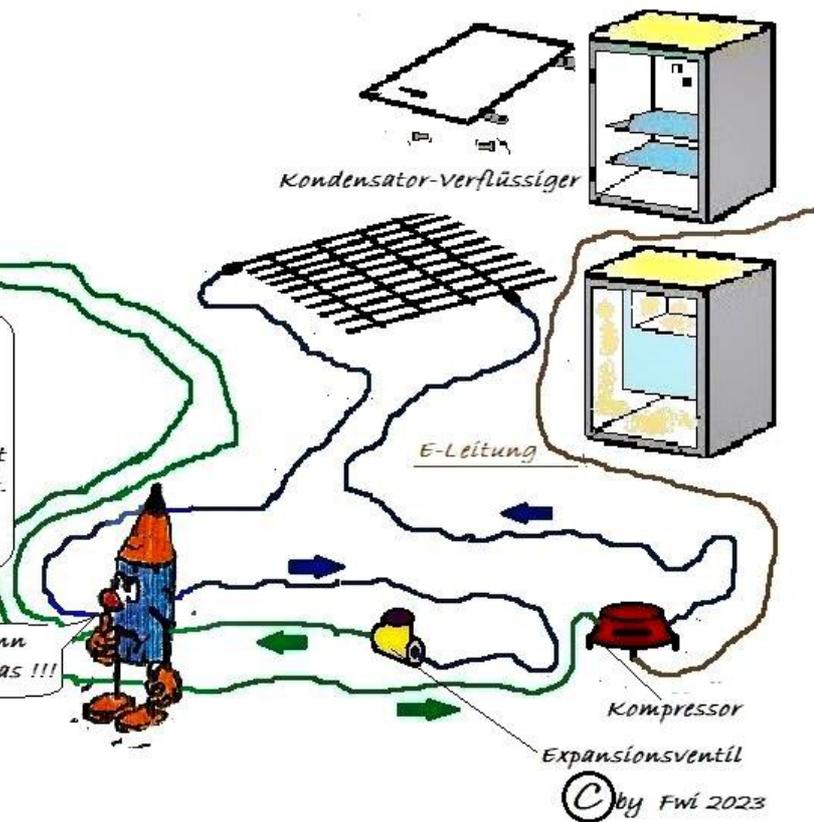
15



...bevor wir den Versuch mit dem zerlegten Kühlschrank durchführen, sollten wir erstmal was über die verschiedenen Kältemittel erzählen und was es überhaupt mit dem log-ph-Diagramm auf sich hat. Das log-ph-Diagramm ist sehr wichtig.

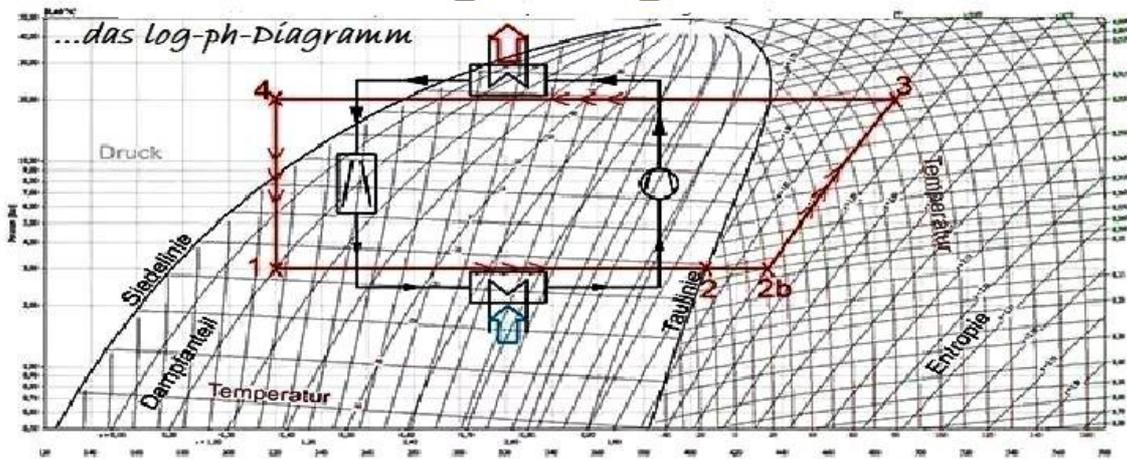


....na gut, dann machen wir das !!!



Die Wärmepumpe

16



...oh, weh...dass ist wieder mit sehr viel Arbeit verbunden, und was noch schlimmer ist...eine Auflistung von den verschiedenen Kältemitteln für Wärmepumpen...das ist ja Knochenarbeit.

...fangen wir mit der Auflistung von Wärmepumpenkältemitteln an. Ich kann aber nicht garantieren dass die Liste vollständig ist. Ich kann auch nicht alle Vor- und Nachteile jedes Kältemittel auflisten, das würde den Rahmen sprengen.

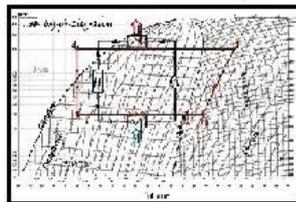


...jedes Kältemittel hat eigene spezifische Werte im log-ph-Diagramm. Hier haben wir den Kältemittelkreislauf von R407C. Das R steht für Refrigerant, also Kältemittel.

...wir sollten auch erstmal eine Auflistung über die verschiedenen Kältemittel erstellen, denn es sind ja auch etliche verboten, wegen FCKW, wie R21 oder R 22 usw.

...dazu gibt es Herstellerinfo!

Die Wärmepumpe



Kältemittel (nur Auszug, nicht vollständig)

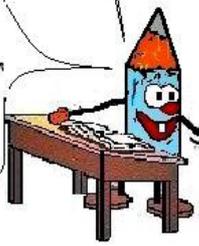
R 11	Ist seit 1996 in Neuanlagen verboten
R 12	Ist seit 1996 in Neuanlagen verboten Ersatzkältemittel R134a
R 22	Ist seit 2000 in Neuanlagen verboten
R502	Ist seit 1995 in Neuanlagen verboten Ersatzkältemittel R404a
R134a	Ersatzkältemittel für R22
R407c	Gemisch aus R32-R125-R134a maximale Temperatur 55 grad C
R410a	HFKW-Gemisch für sehr hohe Drücke. bis größer 25 bar
R290	Propangas brennbar max. Temp. 65 grad C

...also, ich lese die verschiedenen Kältemittel vor und du zeigst mit meinem grünen Laserpointer auf das entsprechende Kältemittel auf der Tafel, da nimm den Laserpointer.

...na gut, wenn du meinst.....soll es mir recht sein

...ne deinen brauche ich nicht, ich habe meinen Eigenen, der ist besser und stärker. Habe ich selbst entwickelt und auch zusammengebaut.

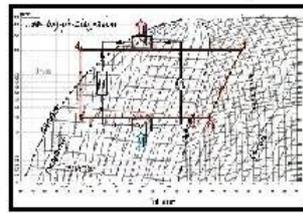
...natürlich gibt es noch weiter spezielle Kältemittel, wie R408A, R409A, R413A, R507, R1270, R774 und so hat jedes Kältemittel hat seine Besonderheit. Wir wollen aber ganz einfach nur die Funktion einer Wärmepumpe erklären Mein Favorit unter den Kältemittel ist auf jeden Fall R290, Propangas, Propan C3H8. Da braucht die WP einen Abluftventilator innerhalb des WP-Gehäuse, wegen der brennbarkeit von Propan, es ist auch schwerer als Luft



© by Fwi 2023-16

Die Wärmepumpe

Fortsetzung folgt.



Kältemittel (nur Auszug, nicht vollständig)

R 11	Ist seit 1996 in Neuanlagen verboten
R 12	Ist seit 1996 in Neuanlagen verboten Ersatzkältemittel R134a
R 22	Ist seit 2000 in Neuanlagen verboten
R502	Ist seit 1995 in Neuanlagen verboten Ersatzkältemittel R404a
R134a	Ersatzkältemittel für R22
R407c	Gemisch aus R32-R125-R134a maximale Temperatur 55 grad C
R410a	HFKW-Gemisch für sehr hohe Drücke. bis größer 25 bar
R290	Propangas brennbar max. Temp. 65 grad C

...wir machen mit unserem Kühlschrankversuch weiter, der die Funktionsweise der Wärmepumpe in der Praxis darstellt und erklärt. OK ?

ja,...wenn du meinst ?

oh, weh, oh weh... das gibt mächtig Ärger!!!

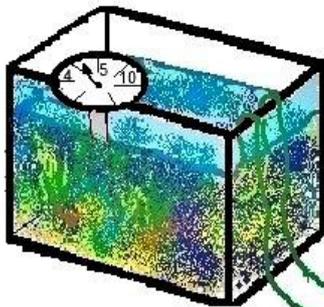
...es ist ein Trauerspiel mit dir. Habe ich dir nicht gesagt, nimm den grünen Laserpointer,... aber nein,.....ich nehme meine, der ist besser !!!
...die ganze Leinwand fast abgefackelt !
...was ich mit der Hand aufbaue, machst du mit dem Arsch kaputt.



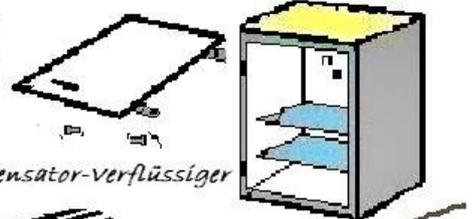
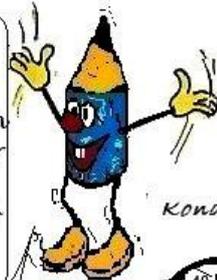
...ja,...ja, war doch keine Absicht, der Laser war zu stark eingestellt, Entschuldigung !!!

© by Fwi 2023-16

Die Wärmepumpe



...toll, der Versuch klappt !... die Wassertemperatur im Aquarium das unser Grundwasser darstellen soll, sinkt von +10 grad Celsius langsam aber stetig in Richtung + 4 grad C ab, das Wärmegitter vom Kühlschrank, der Kondensator wärmt sich auf langsam auf.

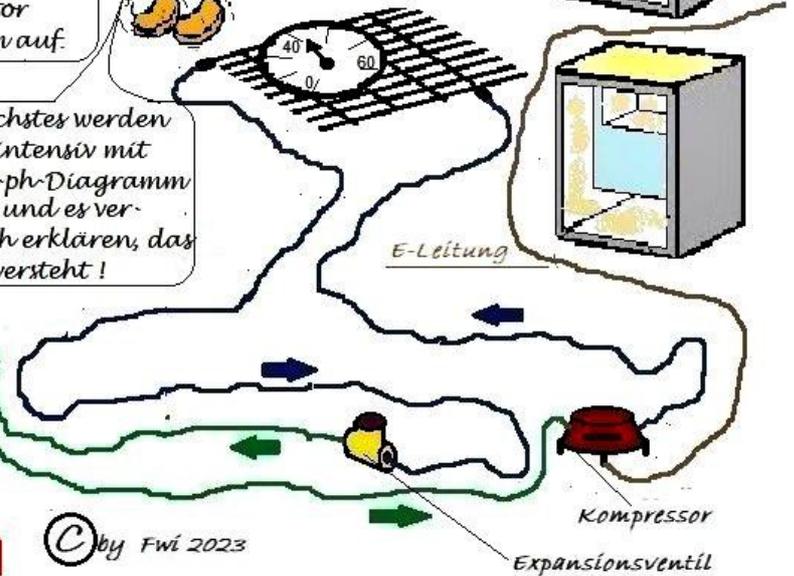


Kondensator-verflüssiger



...als nächstes werden wir uns intensiv mit dem log-ph-Diagramm befassen und es verständlich erklären, das es jeder versteht !

...es funktioniert wirklich, dass hätte ich nicht gedacht. Das Kühlschrankgitter ist ja wie eine Fussbodenheizung. He,...Fridolin, da kann ich doch unsere Suppe nachher auf dem Gitter langsam aber sicher warmmachen !

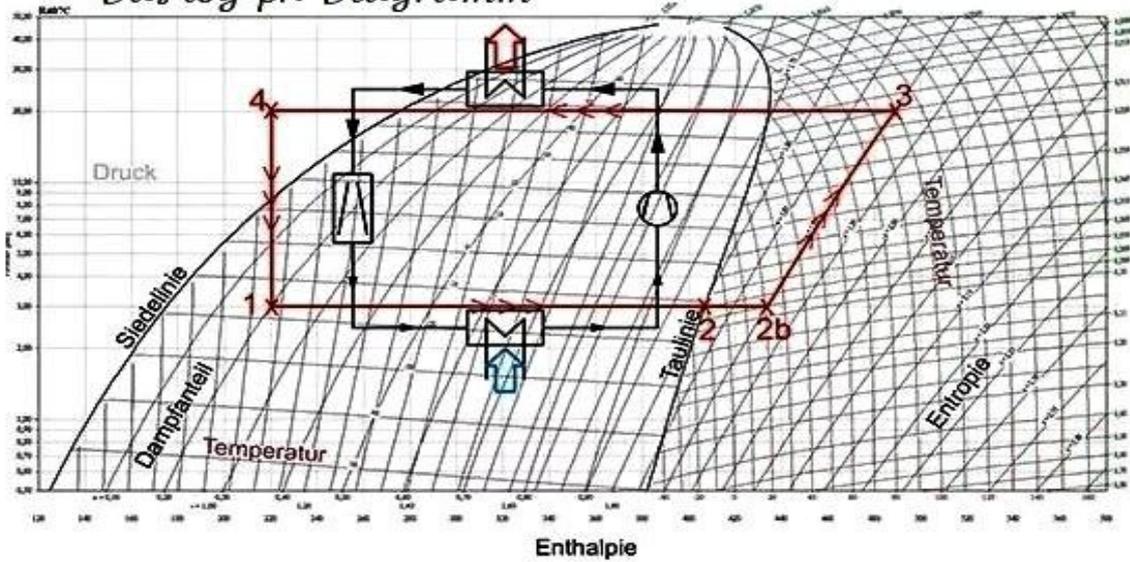


-Fortsetzung mit dem log-ph-Diagramm-

Die Wärmepumpe

20

Das log-ph-Diagramm



...nun, wenn Erdgas für die Umwelt so schädlich ist, warum hat man diese beiden Gasleitungen in der Ostsee verlegt, doch um das Gas als Energieträger zu nutzen, oder nicht. Seit 2022 wo dieser Konflikt ausgebrochen ist, wird das Gas als besonders klimaschädlich eingestuft. Das Erdgas ist doch das gleiche geblieben, ob Konflikt oder nicht! Das verstehe ich nicht?

...das musst du auch nicht verstehen, das verstehen nur Politiker, das ist die Zeitwende, hat doch Olaf gesagt. Das zu verstehen, sind wir zu dumm. Deshalb werden wir auch keine Politiker !!!

...jetzt machen wir mit dem log-ph-Diagramm weiter!

...ich hätte trotzdem noch eine Zwischenfrage.

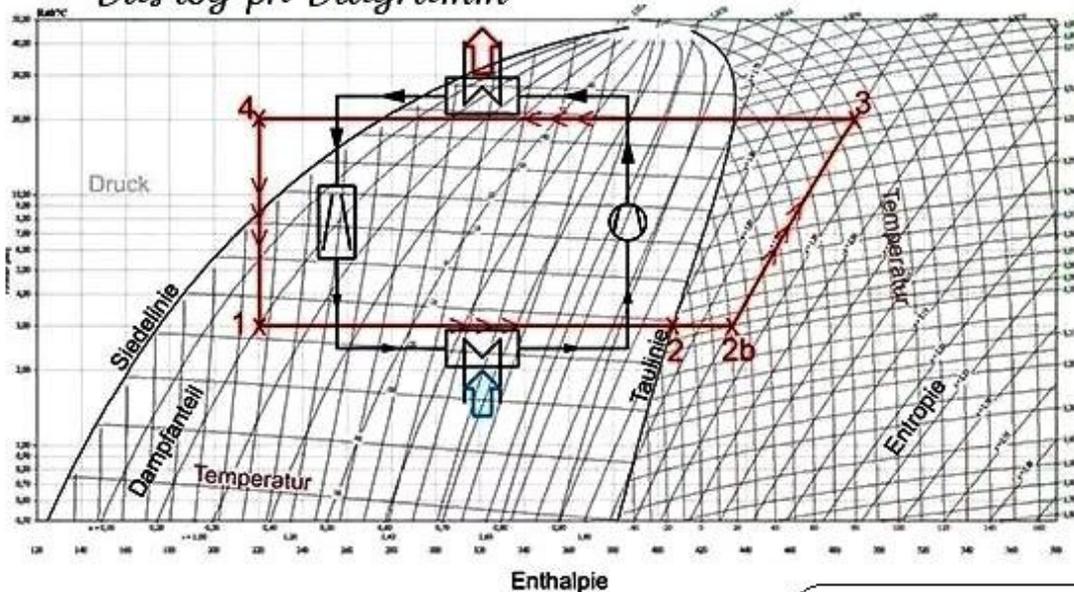
...und die wäre?

© by FWL 2023-20



Die Wärmepumpe

Das log-ph-Diagramm



...es sollen doch jetzt alle Ölkessel verboten werden, die ganzen LKW fahren mit Diesel. Da mischt man dieses Adblue bei, damit sie sauber fahren. Heizöl EL ist doch auch nichts anderes als Diesel. Bei Ölkessel kann man doch auch Adblue beimischen und filtern ???

...das geht nur wenn der Ölkessel Räder bekommt !

..du verarscht mich.

...ich habe dir doch gesagt, das entscheidet alles der Zeitgeist. Du solltest auch mal die Farbe wechseln. Grün ist Out ! Nimm Rosa oder Lila, das sind freundliche Farben.

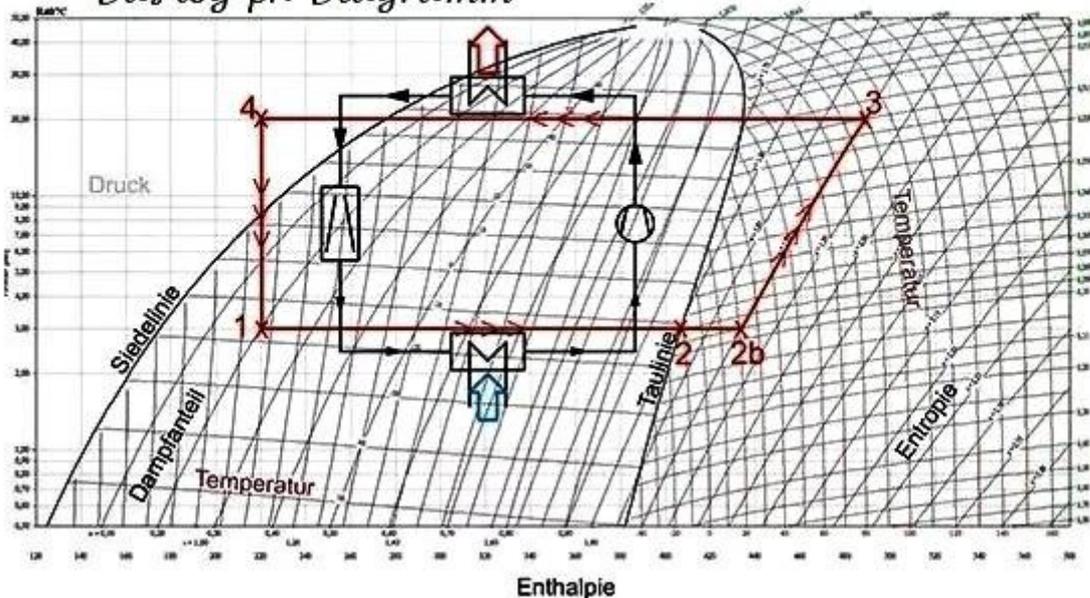
...ich hätte da noch ne Frage ?



Die Wärmepumpe

22

Das log-ph-Diagramm



...wie uns ja bekannt ist, gibt es verschiedene Kältemittel, viele sind wegen der FCKW-Anteile verboten. Für den Anwendungsbereich, ob verboten oder noch zugelassene Kältemittel, auch für die Wärmepumpe oder auch z.B. für Kühlung von Lebensmittel brauchen wir dieses Diagramm für den Kreisprozess der Wärmepumpe. Jedes Kältemittel hat in Bezug auf seine Eigenheit andere Druckstufen, spezifischen Wärmetransport usw.

...das klingt schon kompliziert, oder ???

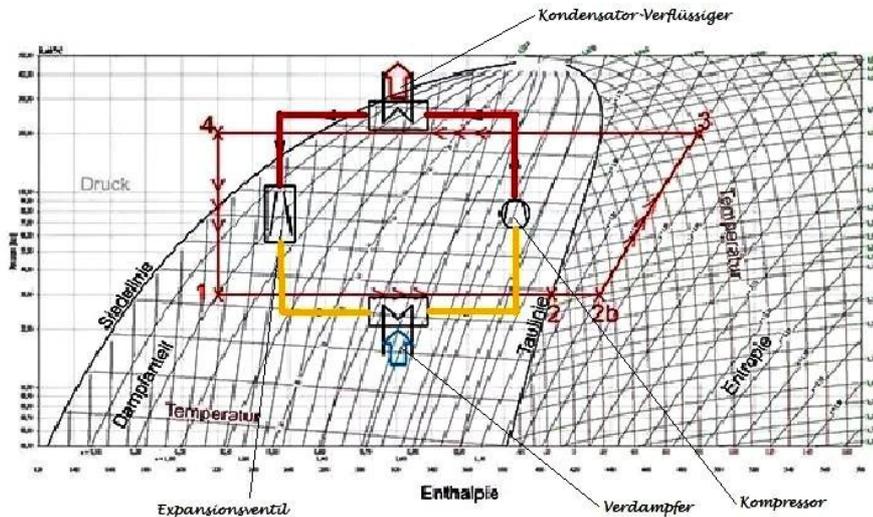


...wir gehen es langsam an und erklären erst mal einige Fachbegriffe, wie Enthalpie usw.



© by Fwü 2023 - 22

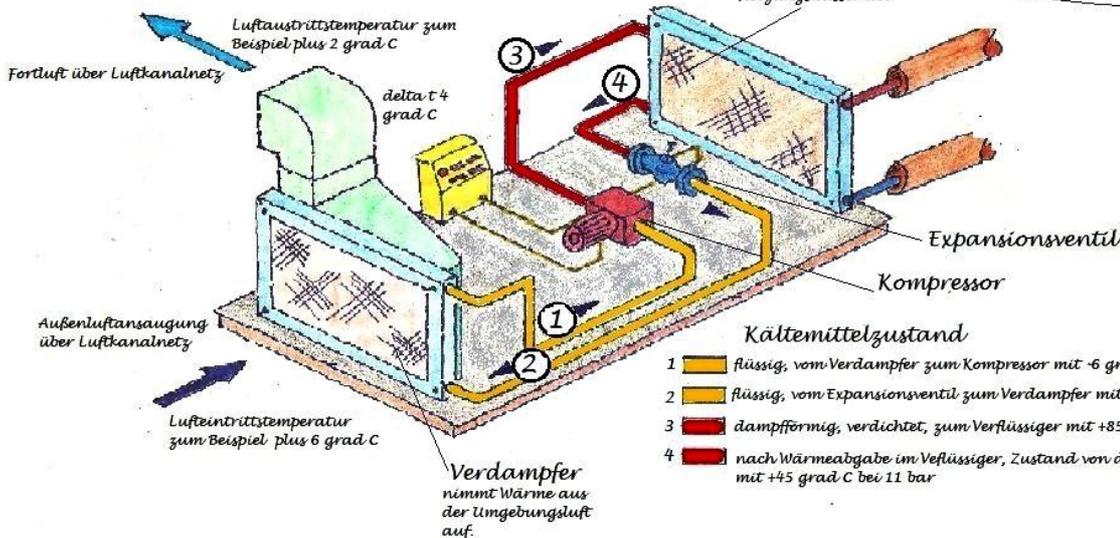
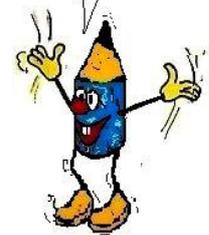
Die Wärmepumpe



Luft-Wasser-Wärmepumpe für Aufstellung innerhalb von Gebäuden

Verflüssiger
Kondensator
gibt Wärmeenergie an
Heizungswasser ab.

.....übrigens...der Kollege ist heute nicht
.....dabei, er lässt sich umlackieren !!



Kältemittelzustand

- 1 flüssig, vom Verdampfer zum Kompressor mit -6 grad C bei 2,6 bar.
- 2 flüssig, vom Expansionsventil zum Verdampfer mit -6 grad C bei 2,6 bar
- 3 dampfförmig, verdichtet, zum Verflüssiger mit +85 grad C bei 11 bar
- 4 nach Wärmeabgabe im Verflüssiger, Zustand von dampfförmig in flüssig mit +45 grad C bei 11 bar

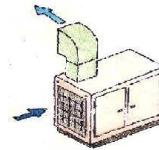
Beschreibung des Kältemittelkreislauf

Der Kreisprozess der WP erfolgt nach einfachen physikalischen Gesetzen. Das Kältemittel, eine bei niedriger Temperatur siedende Flüssigkeit wird in diesem Kreislauf nacheinander, verdampf - verdichtet - verflüssigt - entspannt. Die Temperatur der angesaugte Luft die durch den Verdampfer strömt ist höher als das im Verdampfer siedende Kältemittel bei 2,6 bar. Dieser Temperaturunterschied bewirkt eine Wärmeübertragung der Luft auf das Kältemittel. Das Kältemittel siedet und verdampft. Diese Wärmeenergie wird von der Wärmepumpe nicht nur aus der Umgebungsluft entzogen, auch Wärmequelle wie Grundwasser, Erdreich oder Flüsse können genutzt werden. Das flüssige bzw dampfförmige Kältemittel nach dem Verdampfer wird ständig vom Kompressor abgesaugt und verdichtet. Der Druck und die Temperatur des Kältemittel steigt an, z.B. + 85 grad C bei 11 bar. Das Kältemittel wird im Verflüssiger mit Heizungswassereintrittstemperatur von +38 grad C umspült. Das Kältemittel gibt im Verflüssiger die Wärmeenergie an das durchströmende Heizungswasser ab. Die Heizungswasseraustrittstemperatur steigt auf + 45 grad C. Durch die Wärmeabgabe an das Heizungswasser verflüssigt sich das Kältemittel wieder, Das Expansionsventil öffnet sich, das flüssige Kältemittel wird von 11 bar auf 2,6 bar entspannt. Der Kreislauf beginnt wieder von neuem.

Je niedriger der Temperaturabstand zwischen Außenluft und Heizungswasser ist, desto besser ist die Leistungszahl der Wärmepumpe !!!

Fortsetzung folgt.....

Die Wärmepumpe



24

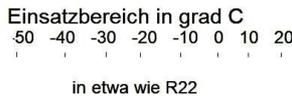
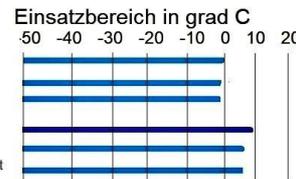
Aufstellung von verschiedenen Kältemitteln

Kältemittelbezeichnung	Zusammensetzung-Anteile in Prozent	Einsatzbereich in grad C
<u>Ersatzmittel für R502</u>		50 -40 -30 -20 -10 0 10 20
R403B	R290-5% R22-56% R218-39%	
R402A	R125-60% R290-2% R22-38%	
R1270	Propylen	
R507	R125-50% R143a-50%	
R402B	R125-38% R290-2% R-22-60%	
R404A	R125-44% R143a-52% R134-4%	
R407B	R32-10% R125-70% R134a-20%	
R408A	R125-7% R143a-46% R22-47%	
R407A	R32-20% R125-40% R134a-40%	
R290	Propangas	

...die Liste ist nur ein Auszug von verschiedenen Kältemitteln, sowie ich das sehe sind etliche verboten, andere ein Mischmasch aus drei anderen Kältemitteln. Es sind viele verboten,....es werden in Zukunft auch noch verboten werden. Was würdest du in deiner Wärmepumpe für ein Kältemittel einsetzen ???

Ersatzmittel für R22

Kältemittelbezeichnung	Zusammensetzung-Anteile in Prozent	Einsatzbereich in grad C
R410A	R32-50% R125-50%	
R1270	Propylen	
R417A	Propangas	
R290	R32-23% R125-25% R134a-52%	
R407c	Ammoniak	
R717	Ammoniak - Ammoniakanlagen wurde früher auf Fischkuttern verwendet	



Ersatzmittel für R12

Kältemittelbezeichnung	Zusammensetzung-Anteile in Prozent	Einsatzbereich in grad C
R409B	R22-65% RR124-25% R142b-10%	
R401B	R22-61% R152a-11% R124-28%	
R409A	R22-60% R124-25% R142b-15%	
R600a	Isobutan	

in etwa wie R22



...wenn, dann nur R290, also Propangas. Es ist umweltfreundlicher. Das wäre aber meine ganz persönliche Entscheidung!

Zur technischen Realisierung des Wärmepumpenprozess werden Kältemittel eingesetzt. Die in der Anlage umlaufenden Kältemittel werden durch die Änderung des Aggregatzustand, -flüssig-gasförmig-verdichtung-entspannung- Medien, wie Umgebungsluft, Grundwasser oder Erdreich, die Wärme entzogen und dem Medium wie Heizungswasser, diese entzogen Wärme. Im Beispiel des Kühlschrank habe wir den Wärmepumpenprozess vereinfacht dargestellt.

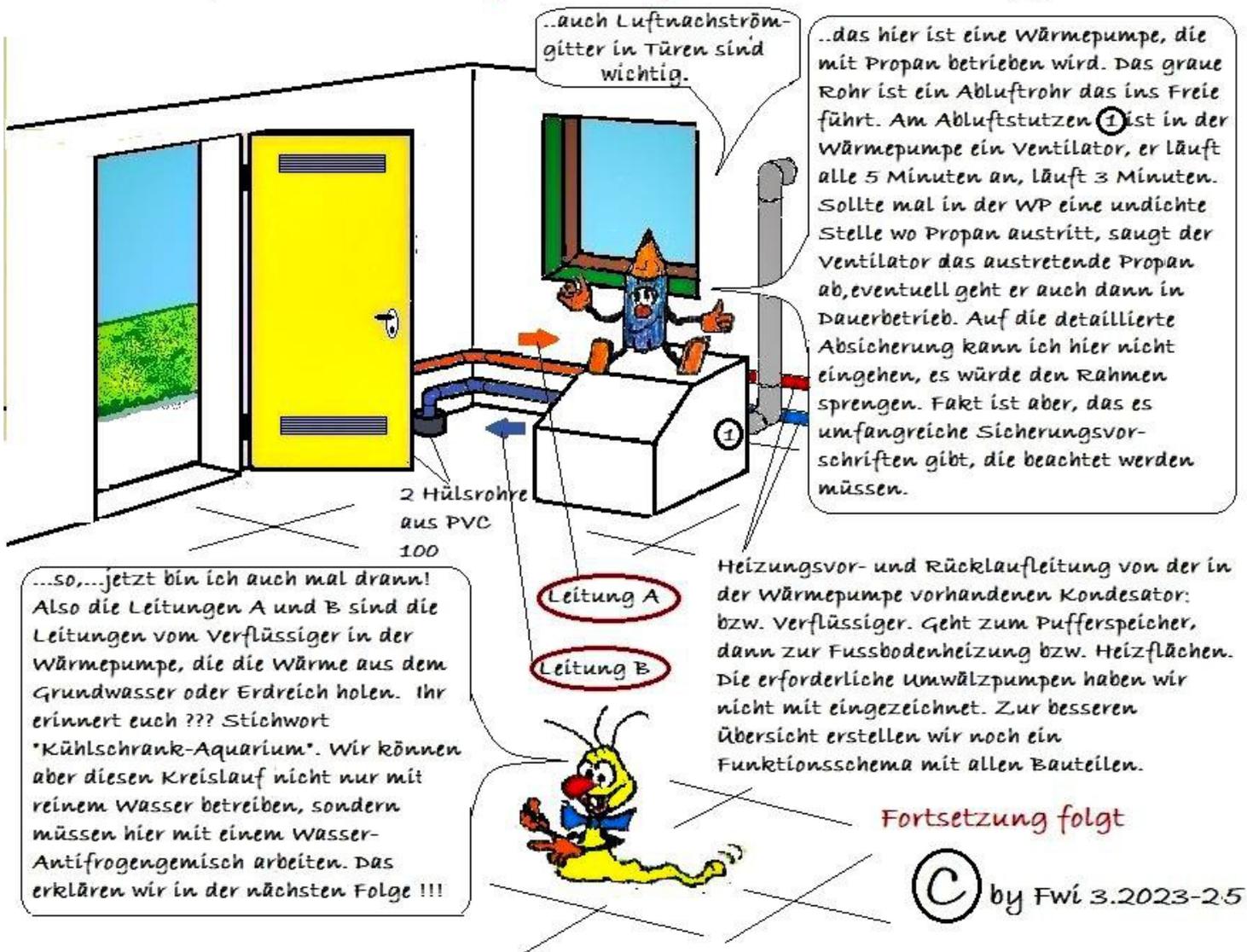
FCKW = Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoff
 HFCKW = Teilhalogene Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoffe
 FCKW = Fluor-Chlor-Kohlenwasserstoff
 Halogene = Elemente der Halogenreihen wie Chlor-Fuor-Brom

GWP = Global Warming Potential (Betrag des Kältemittels zum Treibhauspotential-Erderwärmung bezogen auf Kohlendioxid (GWP_{co2} =1 Zeitzone 100 Jahre)
 ODP = Ozone Depletion Potential (Beitrag des Kältemittel zum Ozonabbau, bezogen auf R12)

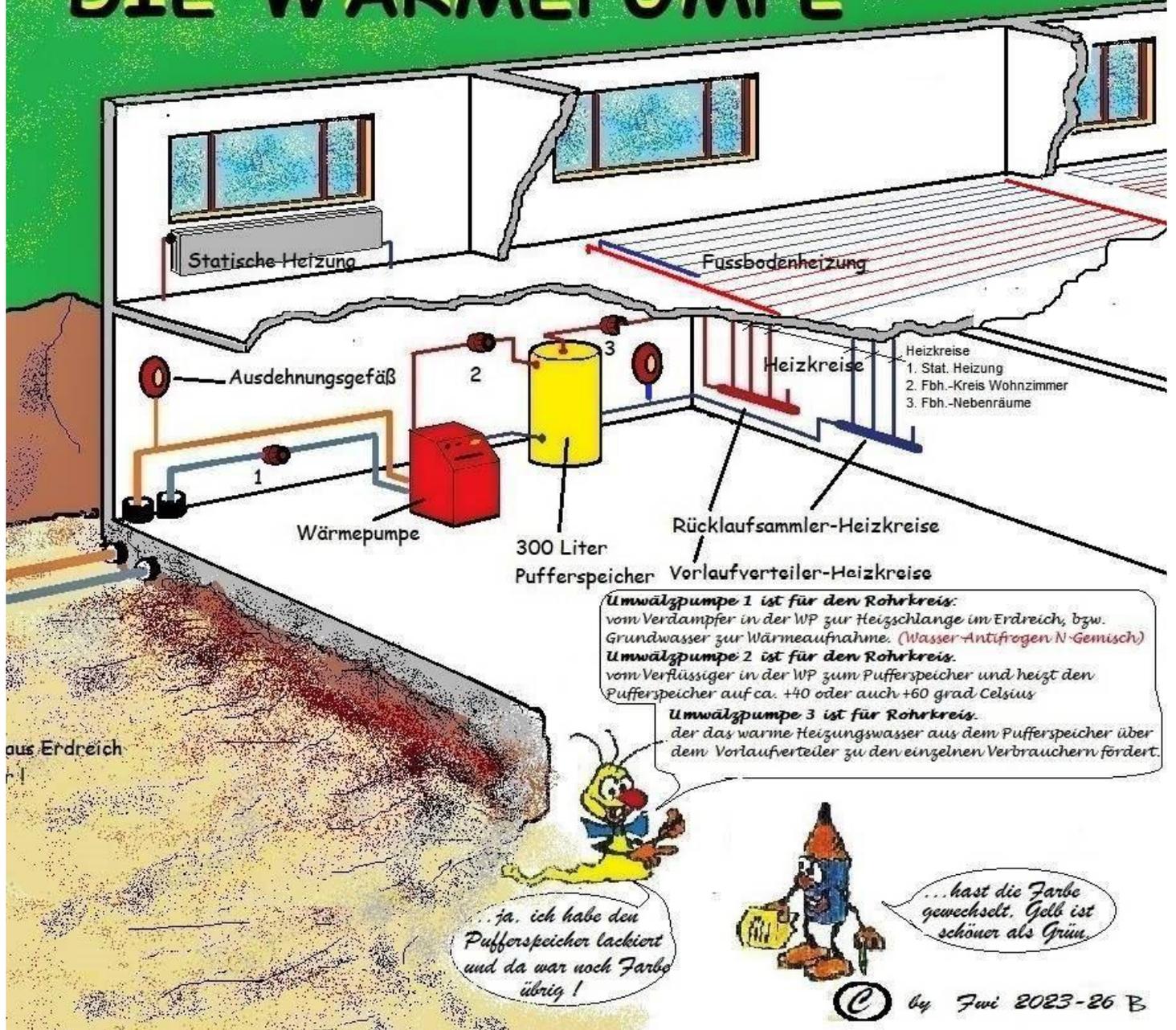
© by Fwi 2023
 Fortsetzung folgt

Die Wärmepumpe

25



DIE WÄRMEPUMPE

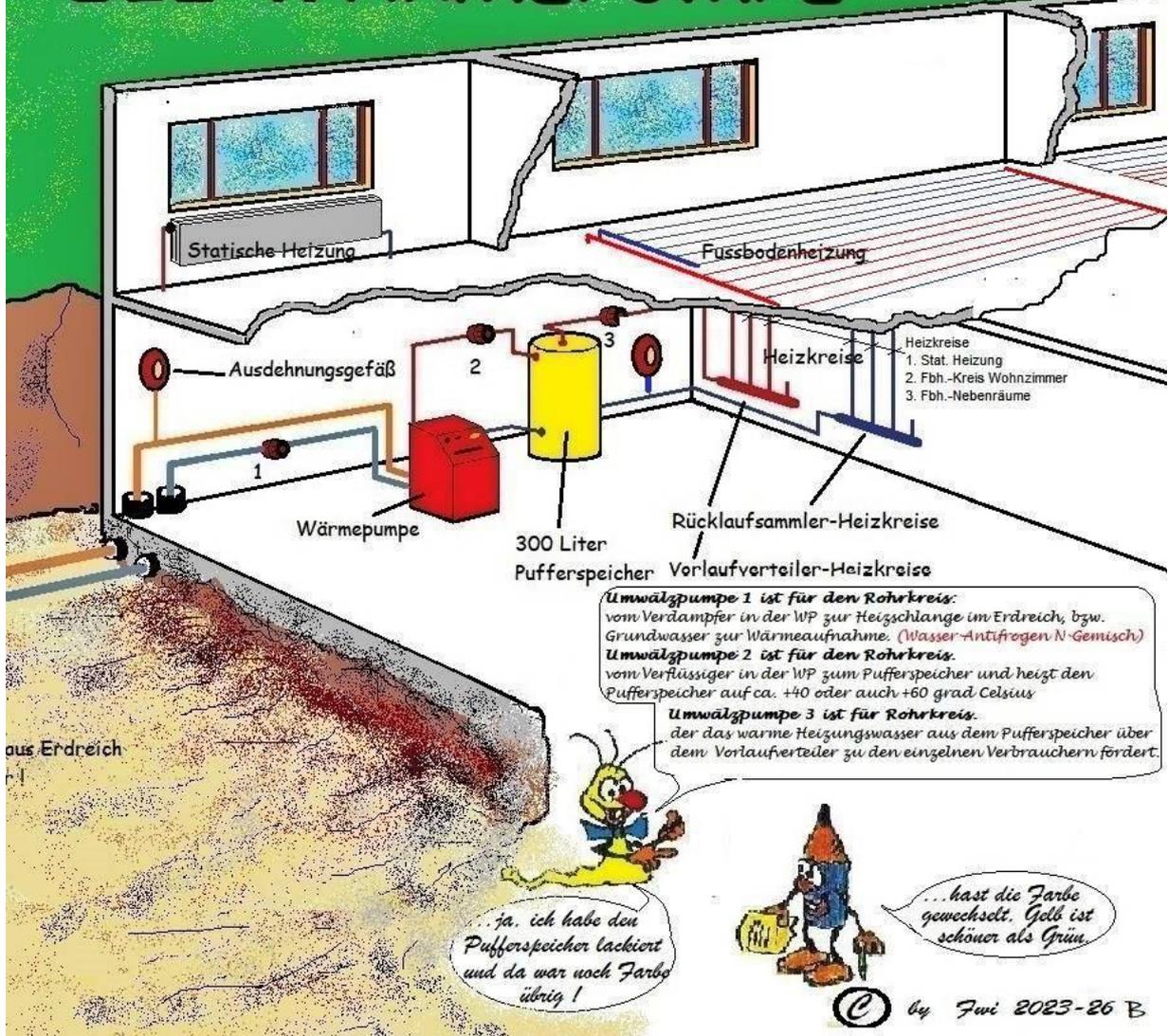


Umwälzpumpe 1 ist für den Rohrkreis:
vom Verdampfer in der WP zur Heizschlange im Erdreich, bzw. Grundwasser zur Wärmeaufnahme. (Wasser-Antifrogen N-Gemisch)

Umwälzpumpe 2 ist für den Rohrkreis.
vom Verflüssiger in der WP zum Pufferspeicher und heizt den Pufferspeicher auf ca. +40 oder auch +60 grad Celsius

Umwälzpumpe 3 ist für Rohrkreis.
der das warme Heizungswasser aus dem Pufferspeicher über dem Vorlaufverteiler zu den einzelnen Verbrauchern fördert.

DIE WÄRMEPUMPE



Umwälzpumpe 1 ist für den Rohrkreis:
vom Verdampfer in der WP zur Heizschlange im Erdreich, bzw. Grundwasser zur Wärmeaufnahme. (Wasser-Antifrogen N-Gemisch)

Umwälzpumpe 2 ist für den Rohrkreis:
vom Verflüssiger in der WP zum Pufferspeicher und heizt den Pufferspeicher auf ca. +40 oder auch +60 grad Celsius

Umwälzpumpe 3 ist für Rohrkreis:
der das warme Heizungswasser aus dem Pufferspeicher über dem Vorlaufverteiler zu den einzelnen Verbrauchern fördert.

... ja, ich habe den Pufferspeicher lackiert und da war noch Farbe übrig!

... hast die Farbe gewechselt. Gelb ist schöner als Grün.