

Veranstaltung Energie AG, Dienstag 20.03.2012

Vortrag: Dipl. Ing. Heinz Janssen

Solarthermie und Wärmepumpe – mehr Effizienz in Kombination

Schlagwörter: Funktionsprinzip Solarthermie, Funktionsprinzip Wärmepumpe, Wirkungsgrad, Niedertemperaturheizung, Systemergänzung, Kosten, Systembewertung

Zur Person des Referenten:

Heinz Janssen ist unabhängiger Energieberater, Fachbuchautor und langjähriger Dozent an den Solarschulen des DGS (Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie e.V.) bei *artefact* in Glücksburg und dem *Energie- und Umweltzentrum* in Springe / Hannover.

1 Solarthermie

Die thermische Nutzung der Sonneneinstrahlung kann zur Warmwasserbereitung und zur Heizungsunterstützung erfolgen. Die Umwandlung der Sonnenenergie in nutzbare Wärme erfolgt mit einem Sonnenkollektor. Dieser besteht im wesentlichen aus einem schwarzen Blech und einem damit verbundenen Rohr (Absorber) das von einem Gemisch aus Wasser und Frostschutzmittel durchflossen wird. Die mit dem Kollektor gesammelte Wärme wird über einen Wärmetauscher an den Warmwasserspeicher abgegeben (Abb. 1).

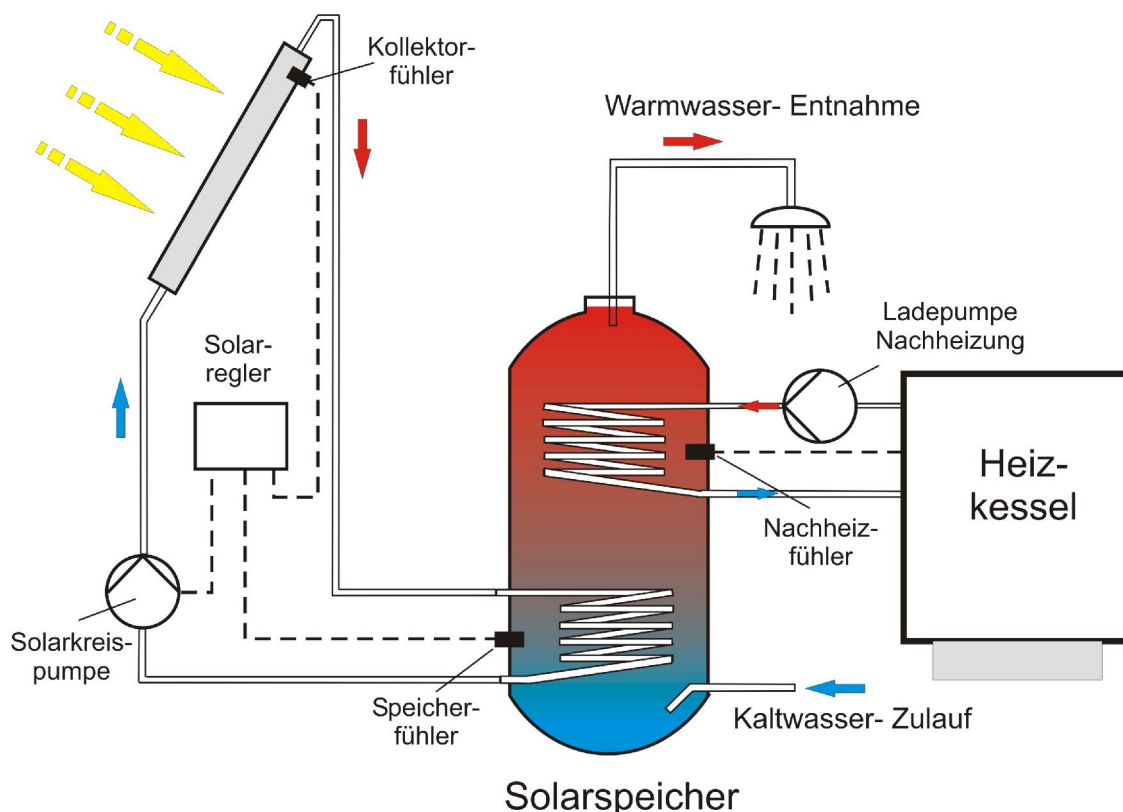


Abbildung 1: Funktionsprinzip Solarthermie zur Warmwasserbereitung

Für die **Warmwasserbereitung** muss die im Kollektor erreichte Temperatur höher sein, als die Temperatur im Warmwasserspeicher. Die Einstrahlung reicht im Sommer meist aus, um das Wasser auf über 60°C zu erwärmen. Dagegen kann in den Wintermonaten mit dem Sonnenkollektoren nur noch ein geringer Beitrag zur

Warmwasserbereitung erzielt werden. Die Nutzung ist zwar aus ökologischen Gesichtspunkten sinnvoll, jedoch werden die Investitionskosten durch die erzielte Energieeinsparung i.d.R. nicht gedeckt.

Wird dagegen über eine größere Kollektorfläche die Sonnenenergie auch zur **Heizungsunterstützung** genutzt, so kann bei Niedrigenergiehäusern bis zu 30% des Energiebedarfs für Heizung und Warmwasser durch die Sonnenenergie abgedeckt werden. Voraussetzung ist eine niedrige Heizungsvorlauftemperatur, wie sie üblicherweise bei Flächenheizungen (Fußboden- oder Wandflächenheizungen) erreicht wird.

Die solaren Gewinne bei der üblichen wirtschaftlichen Kollektorfläche sind im Sommer größer, als der Energiebedarf für Heizung und Warmwasser, die Sonnenkollektoren „köcheln“ ungenutzt vor sich hin. Im Winter sind die solaren Gewinne jedoch deutlich geringer als der dann hohe Heizwärmebedarf. In der Übergangszeit kann (bei entsprechender Auslegung der Anlage) der Wärmebedarf komplett durch die Solaranlage gedeckt werden (Abb. 2). Eine Amortisierung der Mehrkosten einer thermischen Solaranlage mit Heizungsunterstützung durch die Einsparungen bei den Brennstoffkosten ist möglich.

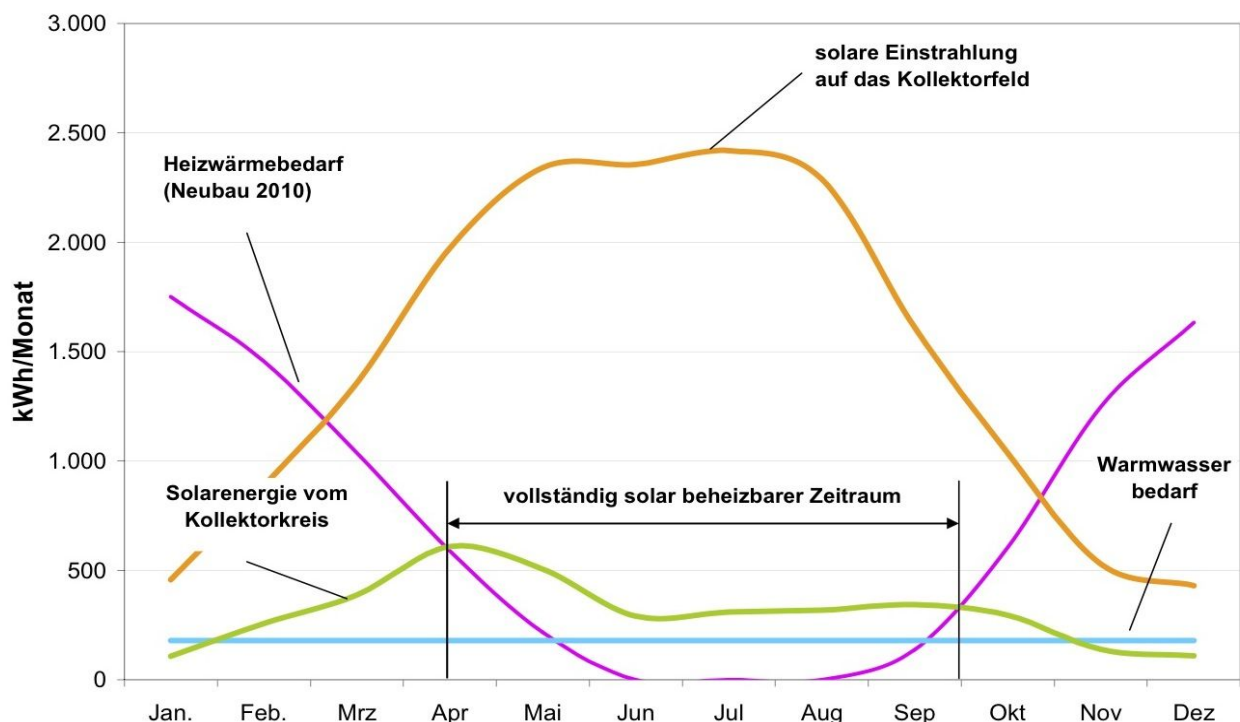


Abbildung 2: Solarer Deckungsanteil Heizung und Warmwasser

Vorteile Solarthermie-Anlage:

1. Ausgereifte Technik mit Lebensdauer größer 20 Jahre.
2. Ökologisch sinnvoll.
3. Leicht in bestehendes Warmwasser-Heizungssystem integrierbar.

Nachteile Solarthermie-Anlage:

1. Solarer Wärmegewinn dann am größten, wenn Wärmebedarf am geringsten.
2. Überschüssige Sonnenwärme ist mit den normalen Pufferspeichern nicht in den Winter zu retten.
3. Ein großer Teil der thermischen Solarenergie auf niedrigem Temperaturniveau kann nicht genutzt werden.

2 Wärmepumpen

Wärmepumpen dienen der indirekten Nutzung der Sonnenenergie. Durch die Sonneneinstrahlung erwärmt sich der Boden, das Grundwasser und die Luft. Mit einer Wärmepumpe kann aus diesen Medien die gespeicherte Sonnenwärme wieder entnommen werden. Das Erdreich speichert die Sonnenwärme so gut, dass diese ganzjährig zur Verfügung steht, allerdings auf sehr niedrigem Temperaturniveau.

Mittels der Wärmepumpe wird dieses Temperaturniveau erhöht, sodass die Wärmeenergie dann dem Heizungswasser zugeführt werden kann (Abb. 3). Zum Anheben der Temperatur wird allerdings „hochwertige“ Energie - zumeist Strom - benötigt.

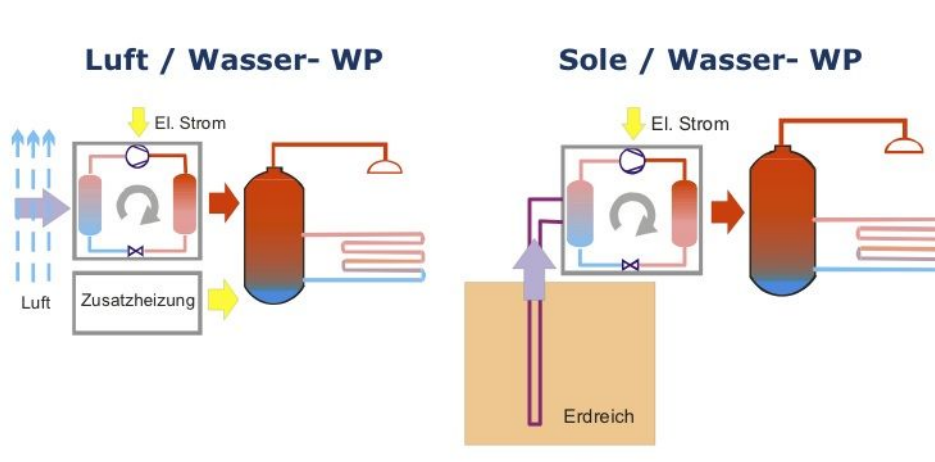


Abbildung 3: Funktionsprinzip Wärmepumpe

Eine Wärmepumpe benötigt umso mehr Strom, je größer der Temperaturunterschied zwischen Wärmequelle und Heizungswasser ist. Der Einsatz einer Wärmepumpenheizung ist daher nur bei gut gedämmten Gebäuden, die mittels Flächenheizungen bei niedriger Vorlauftemperatur betrieben werden, sinnvoll.

Gute Wärmepumpenanlagen die das Erdreich oder das Grundwasser nutzen produzieren aus einer Kilowattstunde Strom 4 bis 5 kWh Nutzwärme (Arbeitszahl). Im Mittel erreichen die Anlagen im tatsächlichen Betrieb jedoch nur eine Arbeitszahl von 3,5.

Da die Effizienz von Wärmepumpen bei steigender Temperaturdifferenz zwischen Wärmeträger (Soleflüssigkeit im Wärmetauscher) und Heizungswasser abnimmt ist folglich im Winter zur Zeit des größten Wärmebedarfs ein niedrigerer Wirkungsgrad der Anlage vorhanden.

Vorteile Wärmepumpen-Anlage:

1. Nutzung von gespeicherter Sonnenenergie.
2. Ersatz fossiler Energie bei Nutzung von regenerativ erzeugtem Strom.

Nachteile Wärmepumpen-Anlage:

1. Nutzung von Strom – i.d.R. aus konventioneller Stromgewinnung (Primärenergie hauptsächlich Kohle, Öl, Gas, Atom).
2. Hohe Verluste bei der Stromerzeugung. Für eine kWh Strom beim Kunden werden rund 3 kWh Primärenergie bei dem Stromerzeuger eingesetzt. Aus der einen Kilowattstunde Strom wird dann mit der Wärmepumpe wieder 3-4 kWh Heizwärme erzeugt. Die Primärenergieeinsparung ist also minimal.
3. Hohe Investitionskosten.
4. Komplizierte Anlagentechnik.

3 Kombination Solarthermie und Wärmepumpe

Beide Systeme weisen Gemeinsamkeiten auf:

- Je niedriger die Heizungsvorlauftemperatur, desto höher die Effizienz der Anlagen.
- Die Wärme des Trägermediums (Erdwärme, Sonneneinstrahlung) ist dann am geringsten, wenn am meisten Heizwärme benötigt wird.
- Die Anlagentechnik hinter dem Warmwasserspeicher ist konventionelle Heizungstechnik.

Wenn die im Sommer anfallende überschüssige Wärmeenergie der Solarthermie für die Nutzung mittels Wärmepumpe im Winter gespeichert werden könnte, so könnte eine deutlich Verminderung des Primärenergiebedarfs erzielt werden.

Derzeit sind 3 Systeme im Einsatz bzw. im Testbetrieb:

1. Solarthermie Anlage und eine „normale“ Wärmepumpen-Anlage. Hier wird nur analog zur konventionellen Heizung das Warmwasser sowie eine Heizungsunterstützung durch die Solarthermie erreicht. Die Wärmepumpe muss weniger laufen und entsprechend geringer ist der Strombedarf der Anlage. Beide Techniken sind bewährt. Es besteht kein erhöhter Aufwand für Regelungstechnik.

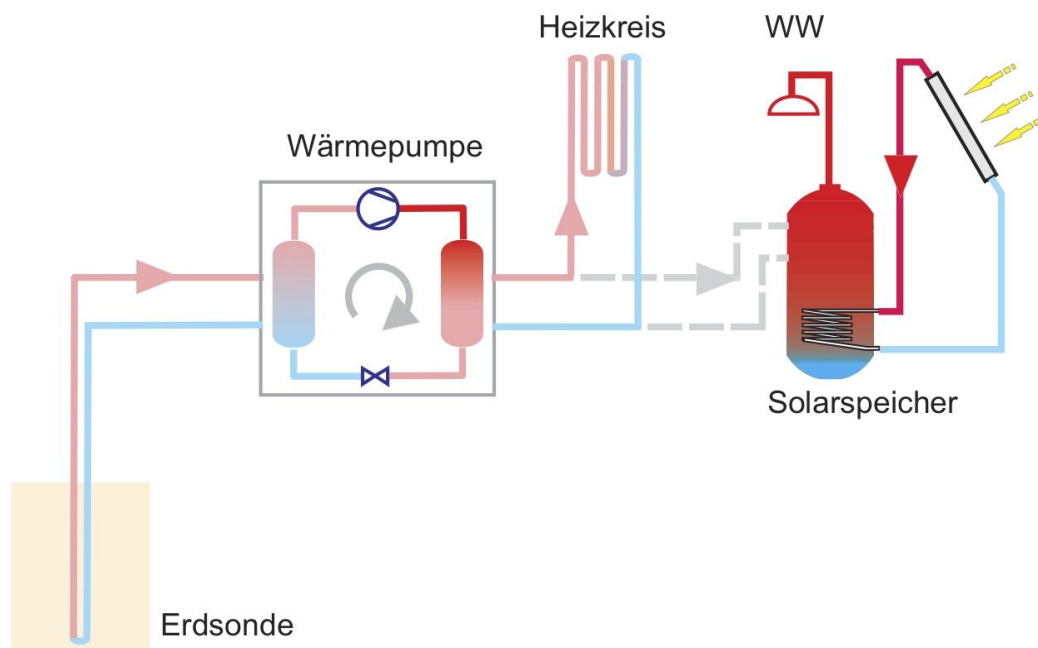


Abbildung 4: Funktionsskizze gemischter Einsatz von Solarthermie und Wärmepumpe

2. Solarthermie Anlage und Wärmepumpe mit Einleitung der solaren Überschusswärme in den Erdkollektor zur Speicherung der Überschusswärme. In der Übergangszeit wird der Wärmebedarf durch die thermische Solaranlage gedeckt. Im Sommer (kein Heizbetrieb) wird das Warmwasser mittels Sonnenkollektor bereitgestellt, steht mehr Sonnenwärme zur Verfügung, wird der Erdkollektor aufgewärmt und damit die im Winter aus der Erde entzogenen Wärme zum Teil zurückgeführt. Im Winter wird diese Wärme mittels Wärmepumpe wieder entnommen. Nachteilig sind die sehr hohen Investitionskosten und die komplizierte Regelungstechnik. Derzeit gibt es nur einen Hersteller und erst wenige Testanlagen.

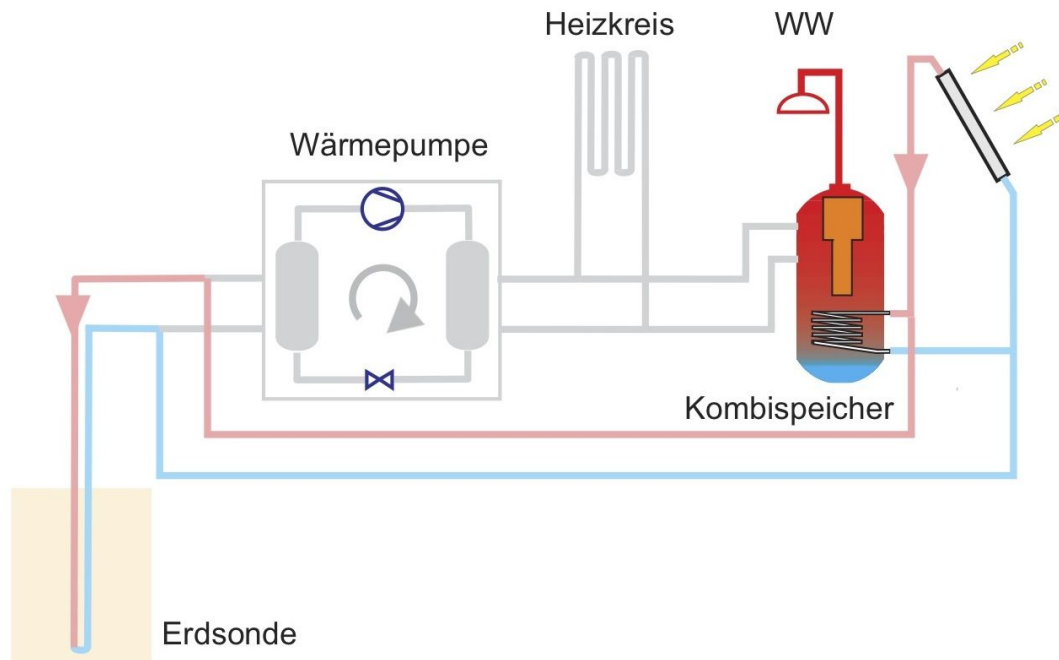
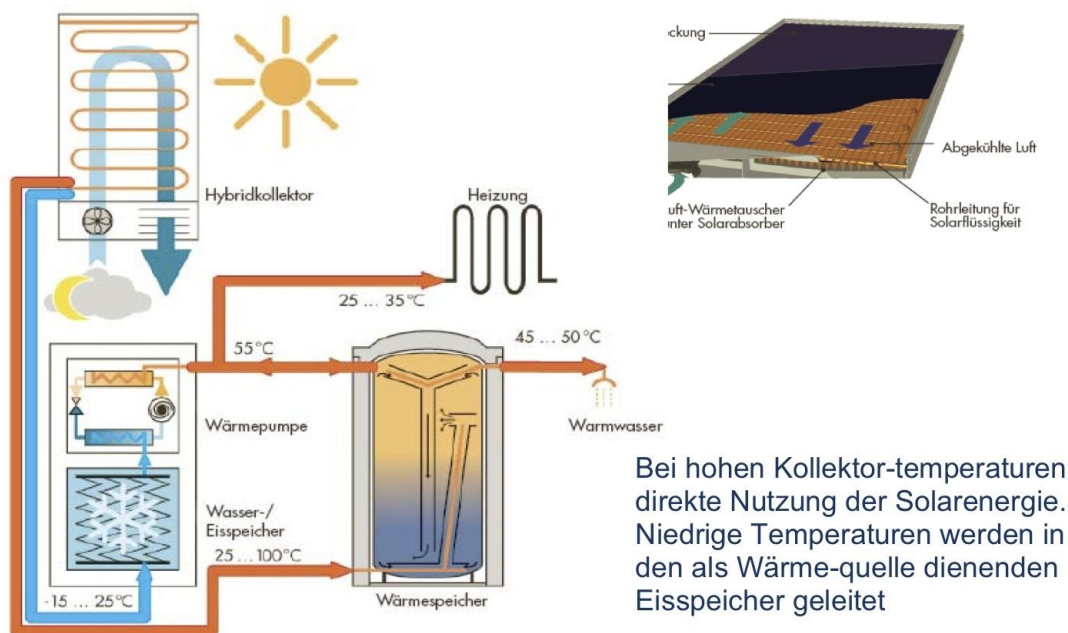


Abbildung 5: Kombination von Solarthermie und Wärmepumpe

3. Kombination einer thermischen Solaranlage, Wärmepumpe und Latentwärmespeicher. Die Wärmepumpe bezieht die Wärmeenergie aus einem Eis-Latentwärmespeicher im Heizraum, in den die überschüssige thermische Sonnenenergie der Sonnenkollektoren eingeleitet wird. (Der Vorteil dieser Wärmespeichertechnik beruht darauf, in einem kleinen durch die Schmelztemperatur des eingesetzten Speichermaterials festgelegten Temperaturbereich viel Wärmeenergie in relativ wenig Masse zu speichern, wodurch die Energiedichte erheblich größer ist als bei Warmwasserspeichern. So wird beispielsweise beim Erstarren bzw. Gefrieren von Wasser ungefähr soviel Wärme frei, wie zum Erwärmen derselben Menge Wasser von 0 °C auf 80 °C benötigt wird. Quelle Wikipedia). Da kein Erdwärmetauscher benötigt wird sind die Investitionskosten deutlich niedriger als bei Variante 2. Von dem System sind nach Herstellerangaben bisher erst 70 Anlagen in Betrieb.



Bei hohen Kollektor-temperaturen direkte Nutzung der Solarenergie. Niedrige Temperaturen werden in den als Wärme-quelle dienenden Eisspeicher geleitet

Abbildung 6: Funktionsprinzip Solarthermie mit Wärmepumpe und Latentwärmespeicher

4 Ausblick Diskussion

Mit einer Kombination von thermischer Solaranlage und Wärmepumpe kann eine deutlich verbesserte Nutzung der Sonnenenergie erfolgen. Allerdings sind hierzu hohe Investitionen und häufig eine komplizierte, wartungsintensive Anlagentechnik erforderlich.

In der Regel ist es daher sinnvoller mehr Geld in die Vermeidung des Energiebedarfs zu stecken. Durch bessere Wärmedämmung und moderne Heizungstechnik lässt sich der Heizwärmebedarf und damit letztlich auch der Primärenergiebedarf deutlich senken, sodass mit geringeren finanziellen Mitteln ein höherer ökologischer (und ökonomischer) Nutzen erzielt wird.

Der steigende Strombedarf, insbesondere im Winter, durch die Nutzung von Wärmepumpen ist kontraproduktiv zu der gewünschten und notwendigen Energiewende. Insbesondere, da im Winter weniger regenerativ erzeugter Strom zur Verfügung steht.

Alle Abbildungen und Grafiken in dieser Zusammenfassung sind dem Vortrag von Herrn Janssen entnommen. Alle Quellenangaben sind direkt bei Hr. Janssen verfügbar.

Holtsee, den 29.03.2012
Ingo Ratajczak

Kontakt:
Ingo Ratajczak

04357/999540

mail: ingo.ratajczak@online.de

Ramon Hiemcke

Tel.: 04357 996510

rhiemcke@alice-dsl.net