



Der
Energiedetektiv®

deckt auf!

Ermittlungsakte Energiewende



**Neben-
wirkungen**
auf
**Klima und
Umwelt**

www.energiedetektiv.com

Der Energiedetektiv deckt auf

Jürgen A. Weigl

Energiewende

Nebenwirkungen auf Klima und Umwelt



Eine Studie erstellt vom Ingenieurbüro DI Jürgen A. Weigl
Senior-Consultant des „Der Energiedetektiv“ Franchise-Systems

2018

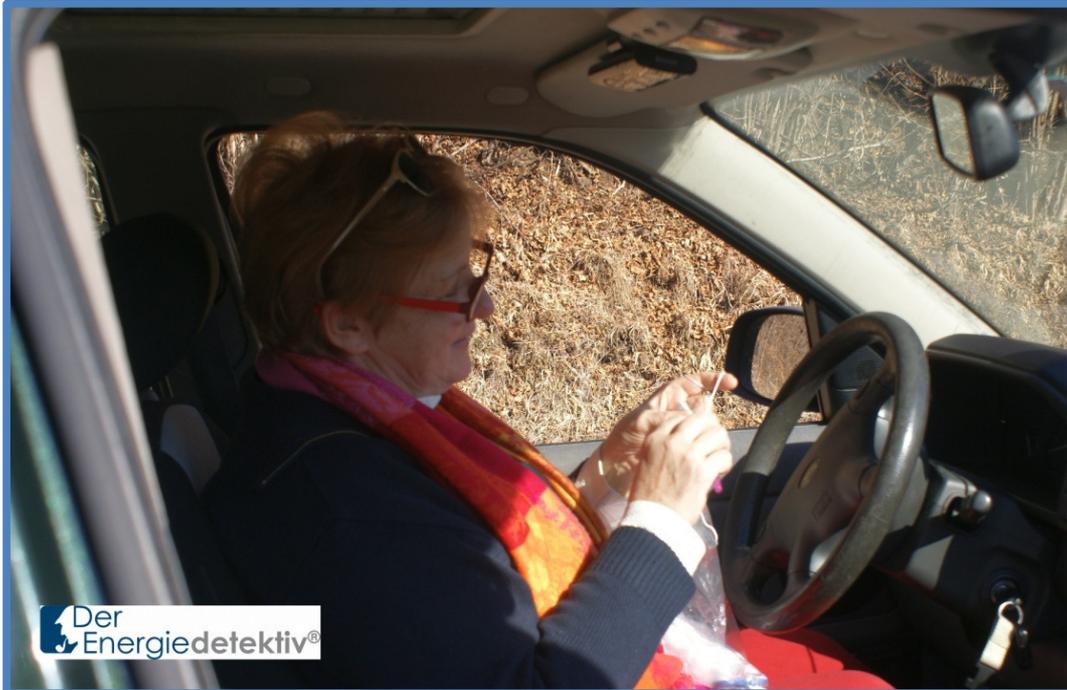
Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Sämtliche Rechte, insbesondere die Rechte der Verbreitung, der Vervielfältigung, der Übersetzung, der Verfilmung, des Nachdrucks und der Wiedergabe auf fotomechanischem oder ähnlichem Weg, durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere elektronische Verfahren sowie der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung dem Urheber vorbehalten. Weder dieses Werk noch Teile davon dürfen ohne vorherige schriftliche Zustimmung des Autors in welcher Form auch immer, zum Beispiel unter Anwendung elektronischer Systeme reproduziert, gespeichert, vervielfältigt, verarbeitet oder sonst verwendet werden.

© Copyright 2018 Jürgen A. Weigl, Graz, Österreich

Die vorliegende Studie wurde vom Autor mit sorgfältiger Bearbeitung erstellt. Dennoch sind Fehler nie ganz auszuschließen. Der Autor weist darauf hin, dass mit dieser Studie im wissenschaftlichen Sinne neues Wissen geschaffen und ein Diskussionsprozess über die hier vorgestellten Fragestellungen angeregt werden soll. Wissen schaffen bedingt die Methode der Falsifikation. Der Leser ist daher dazu aufgerufen, kritisch unsere Thesen zu prüfen und zu hinterfragen. Jeder Leser muss sich daher eigenverantwortlich und selbständig ein Bild von den vorgestellten Themen machen.

Der Autor weist darauf hin, dass sämtliche in dieser Studie gemachten Aussagen ohne Gewähr erfolgen und Haftungsansprüche jeglicher Art ausgeschlossen sind. Für die Mitteilung etwaiger Fehler oder von Verbesserungsvorschlägen und zusätzlichen Hinweisen ist der Autor dankbar; dies inkludiert jedoch keinerlei Verpflichtung zur Korrespondenz.

Für Friederike



*in Liebe
und Dankbarkeit
für die vielfältige Unterstützung
bei der Arbeit an diesem Projekt*

A.M.D.G.

**Zur leichteren Handbarkeit wurde
die Studie für den Download
in mehrere Teile aufgeteilt**

Download - TEIL 5

**Bitte beachten Sie auch die
anderen Teile, denn diese enthalten ggf.
wichtige Hinweise und Zusatzinformationen
die auch für den hier vorliegenden
Abschnitt relevant sein können**

www.energiesdetektiv.com

Beobachtungen am Tatort

Umverteilung

Beobachtungen am Tatort

Umverteilung

- 12 Klimaänderungen durch widernatürliche Umverteilung
- 12.1 Zwei Gebäude – gleiche Wärmeverluste, anderes Klima
- 12.2 Zwei benachbarte Himmelskörper
- 12.3 Klimarelevante Speichersysteme
- 12.4 Speicher und deren Zeitkomponente
- 12.5 Nebenwirkungen auf Speichersysteme
- 12.6 Klimawandel durch geänderte Energieflüsse in Speichersystemen
 - 12.6.1 Geänderte Energieflüsse und Stoffflüsse
 - 12.6.2 Abschätzung der geänderten Speicherleistungen
 - 12.6.3 Der menschliche Irrtum
 - 12.6.4 Solare Umverteilung im Klimasystem
 - 12.6.5 Gesamtbilanz der energetischen Umverteilung - Beispiel Deutschland
 - 12.6.6 Das Zerstörungspotential der Ausgleichsströmungen
- 12.7 Klimaänderung und Katastrophenereignisse auch ohne Treibhauseffekt
- 12.8 Der klimarelevante Einfluss von solaren Dachanlagen
 - 12.8.1 Mehrbelastung der Gesamtbilanz - Absorption und Reflexion
 - 12.8.2 Geänderte Energieflüsse und Aufbauart bei Dachanlagen
- 12.9 Nebenwirkungen beim Kältemittel und Lebensmittel Wasser
 - 12.9.1 Energie und Wasser
 - 12.9.2 Entwässerung und Bodenversiegelung
 - 12.9.3 Fallbeispiel Entwässerung – wenn die Stadt zur Wüste wird
 - 12.9.4 Selbstregulierung im Kleinklima eines Baumes
 - 12.9.5 Dächer, Solaranlagen und der Weg des Wassers durch die Speicher
- 12.10 Kombinationseffekte mit mehrfacher Wirkung
 - 12.10.1 Nebenwirkungen von Luft-Wärmepumpen im Wasserhaushalt
 - 12.10.2 Klimaanlage – wenn es kälter werden soll
 - 12.10.3 Exkurs Brennwerttechnik und Kondensatableitung
- 12.11 Zeitlich koordinierter Trocknungsprozess für Luft
- 12.12 Klimarelevante Verschiebungseffekte im Puffersystem Erdreich

12 Klimaänderungen durch widernatürliche Umverteilung

Ein negativer Einfluss der Nutzung „erneuerbarer Energie“ auf das lokale Klima aber auch auf das Weltklima erscheint uns aus der Kombination mehrerer Faktoren besonders gefährlich. In den vorangegangenen Kapiteln haben wir den Einfluss der Änderungen der solaren Energieströme bei Solaranlagen, Windkraft und Wärmepumpen jeweils für den Einzelfall diskutiert. In all diesen Fällen entstehen unserer Meinung nach Nebenwirkungen auf Klima und Biosphäre. Besonders problematisch erscheint uns dabei, dass alle diese Nebenwirkungen auch Änderungen der Energieflüsse im Klimasystem ergeben.

Dabei ist eine gemeinsame Eigenschaft besonders wichtig: die Änderungen der jeweiligen Energieflüsse betreffen immer auch die vorhandenen, naturgegebenen Speicher. Die Tendenz dabei ist, dass Energieflüsse von Langzeitspeichersystemen in Richtung Kurzzeitspeicher umgelenkt werden. Gleichzeitig werden wesentliche natürliche Schutz- und Ausgleichsfunktionen im Klimasystem beeinträchtigt.

Diese Kombination birgt das Potential für stärkere negative Erscheinungen im aktuellen Wettergeschehen bzw. insgesamt im Klimageschehen. Die Verschiebungswirkung der Energieflüsse fördert vermutlich Extremereignisse wie Stürme oder Starkregen bzw. trockene Hitze und Dürre. Wem das nicht bewußt ist, läuft dann Gefahr diese Extremereignisse einem CO₂ bedingten Klimawandel zuzuschreiben. Dabei würde aber übersehen, dass auch die Energiewende derartige Extremereignisse fördert, ganz unabhängig von der CO₂-Frage.

In der Diskussion zum Klimawandel konzentriert man sich vor allem auf die Atmosphäre und die Treibhausgase. Die Annahme ist, dass deren Einfluss zu einem bedenklichen Temperaturanstieg führt, der Extremereignisse fördert. In dieser Diskussion wird meist vergessen, dass das Klimageschehen nicht nur von der Atmosphäre, dem CO₂ und dem „Treibhauseffekt“ bestimmt wird. Stattdessen haben mehrere Speichersysteme essentielle Bedeutung für einen Ausgleich des Klimageschehens.

Für die folgenden Betrachtungen ist es wichtig zu verstehen, dass es mehrere Speichersysteme für die eingestrahlte Solarenergie gibt. Diese sind es, die das Klima

auf Erden bestimmen. Wir werden dabei die Änderungen in folgenden natürlichen Energiespeichern ansprechen:

- Atmosphäre (Luft inkl. Treibhausgase)
- Wasser (insbesondere Meere, Grundwasser, Oberflächenwasser)
- Erdboden bzw. Erdreich
- Biosphäre und Biomasse

In all diesen Bereichen wird die von der Sonne eintreffende Energie umgesetzt und zwischengespeichert. Gleichzeitig ist immer auch eine Interaktion zwischen den einzelnen Bereichen gegeben. Die Zwischenspeicherung der Sonnenenergie geschieht als Wärme bzw. als Biomasse über die Nahrungskette.

In all diesen Bereichen kommt es durch die Nutzung der „erneuerbaren Energien“ zu Änderungen, die gleichzeitig eine Verschiebung des Energieflusses in andere Speichersysteme ergeben. Nun haben diese anderen Speichersysteme dann eine andere Art der räumlichen und zeitlichen Verteilung der neu hinzugewonnenen Energie. Das bedeutet, die geänderten Energieflüsse führen auch, durch die unterschiedlichen Kenngrößen der Speichersysteme, zu Änderungen im Klimageschehen.

Die entscheidende Frage für ein möglichst ausgeglichenes Klima ist dabei die zeitverschiebende und damit stabilisierende Wirkung der Speichersysteme. Nur die Tatsache, dass auf der Erde mehrere wichtige Speichersysteme für Solarenergie vorhanden sind, ermöglicht das Leben auf Erden in einem relativ angenehmen Klima. Wie sehr das Klima von den jeweiligen Speichersystemen abhängig ist, kann man vielleicht auf folgende zwei Arten verständlich machen.

12.1 Zwei Gebäude – gleiche Wärmeverluste, anderes Klima

Begleiten Sie uns in Gedanken an einen fiktiven Ort. Hier stehen nebeneinander zwei sehr unterschiedliche Gebäude: das eine ist eine einfache Baracke, die aus relativ dünnen Holzwänden mit einer recht einfachen Wärmedämmung besteht. Das andere Haus ein älteres Gebäude, das um 1900 errichtet wurde. Dieses Haus wurde mit Vollziegel errichtet und hat sehr, sehr dicke Wände.

Beide Gebäude hätten an sich gleiche Wärmeverluste (U-Werte). Dennoch ist das Klima in solchen Gebäuden sehr unterschiedlich. In der Baracke bildet sich im Sommer das sogenannte Barackenklima mit sehr hohen Temperaturen. Ganz anders im Haus mit der dicken Ziegelmauer. Hier herrscht selbst bei hohen Lufttemperaturen und tagelangem Sonnenschein ein angenehm kühles Klima.

Beide Gebäude unterliegen der gleichen Sonneneinstrahlung und Umgebungstemperatur. Der Unterschied besteht nur darin, dass die Baracke faktisch keine Speichermassen hat.

Das Haus mit den dicken Vollziegelwänden hingegen verfügt über eine extrem hohe Speichermasse. Daher bleibt es in diesem Gebäude auch im Hochsommer angenehm kühl. Die hohe Speichermasse sorgt für einen guten Ausgleich der Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht bzw. auch zwischen mehreren unterschiedlichen Tagen.

Die Baracke hingegen verfügt nicht über vergleichbare Speichermassen, weshalb die unangenehmen Klimazustände auftreten. Das Vorhandensein von ausreichenden Langzeitspeichern ist daher ganz wichtig, um ein angenehmes Klima zu erzielen. Meist ist dabei die speicherwirksame Masse entscheidend. Je schwerer die Materialien des Bauwerks sind, desto ausgeglichener wird das Klima. Die in beiden Gebäuden vorhandene Luft hingegen hat nur eine sehr geringe Fähigkeit Energie zu speichern. Sie überhitzt daher sofort in der Baracke.

12.2 Zwei benachbarte Himmelskörper

Im nächsten Gedankenexperiment sehen wir uns zwei sehr bekannte Himmelskörper an. Die Erde und der sie begleitende Mond sind faktisch gleich weit von der Sonne entfernt. Dennoch herrschen etwas andere Verhältnisse. Auf der Erde ist die minimale Temperatur -89°C und die maximale Temperatur $+58^{\circ}\text{C}$ [12-1]. Auf dem Mond steigt die Temperatur auf etwa $+130^{\circ}\text{C}$ und fällt in der Nacht auf etwa -160°C [12-2].

Bilden wir nun aus diesen Extremwerten einen Mittelwert: dieser ist für die Erde minus $15,5^{\circ}\text{C}$ und für den Mond minus 15°C . Beide hätten damit faktisch eine gleiche mittlere Temperatur, basierend auf völlig unterschiedlichen Extremwerten.

Dieses Beispiel zeigt zweierlei: zum einen welchen großen Unterschied die Sonnenenergie je nach Vorhandensein von Speichermassen ausüben kann. Der Mond hat, im Gegensatz zur Erde, keine Atmosphäre und keine Wassermassen. Verbunden mit der langsamen Rotation führt dies zu sehr großen Temperaturunterschieden. Die Kombination mehrerer Speichersysteme schafft erst das für uns lebenswerte Klima auf der Erde.

711

Zum anderen zeigt dieses Beispiel aber auch die Problematik der Mittelwertbildung aus einzelnen Temperaturwerten. Denn in Wirklichkeit ist auch die Durchschnittstemperatur über die Oberfläche völlig unterschiedlich. Am Mond beträgt diese minus 55°C , auf der Erde hingegen $+15^{\circ}\text{C}$ [12-1], [12-2].

Wir erkennen aus diesen Beispielen, wie völlig unterschiedlich das jeweilige Klima sein kann, wenn unterschiedliche Speichersysteme und Energieflüsse zwischen diesen gegeben sind. Ein gutes, ausgeglichenes Klima setzt daher immer entsprechende, gut aufeinander abgestimmte Speichersysteme voraus.

12.3 Klimarelevante Speichersysteme

Unsere Erde ist sehr unterschiedlichen Situationen des solaren Energieflusses ausgesetzt. Zum einen haben wir durch die Erdrotation den Wechsel zwischen Tag und Nacht. Die Lufttemperatur wechselt dabei zwischen Tag und Nacht ganz deutlich und relativ rasch. Sogar im Hochsommer sind erstaunlich niedrige Temperaturen in der Nacht möglich.

Zum anderen befinden wir uns auf einer elliptischen Umlaufbahn um die Sonne und haben eine schräge Erdachse. Dies führt zu den unterschiedlichen Jahreszeiten. Weitere Temperaturextreme treten damit auch zwischen Sommer und Winter auf.

Um unter solchen Umständen ein ausgeglichenes Klima zu ermöglichen, braucht es eine Kombination mehrerer Speichersysteme mit zeitlich unterschiedlichen Ausgleichseffekten. Nur durch deren gemeinsames Wirken wird das Leben auf Erden ermöglicht. Nur so können zu hohe Extremwerte von Hitze und Frost ausgeglichen werden.

Für das irdische Klima relevant sind die bereits weiter oben angeführten Speicher für Sonnenenergie:

- Atmosphäre (Luft inkl. Treibhausgase)
- Wasser (insbesondere Meere)
- Erdboden bzw. Erdreich
- Leben + Nahrungskette (Biosphäre, Biomasse)

Für den Klimaschutz entscheidend sollte der Schutz des Lebens sein. Dieser spielt sich am Erdboden bzw. im Wasser ab. Wir haben die Situation der Speichersysteme schematisch in Bild 12-1 dargestellt. Nicht getrennt berücksichtigt ist dabei das Wasser in der Atmosphäre. Dieses ist unter dem Gesichtspunkt Treibhausgase Teil der Atmosphäre. Wasserdampf ist ja als Treibhausgas anzusehen. Dieser Wasserdampf ist von immenser Bedeutung, da etwa ein Drittel der verfügbaren Sonnenenergie im Wasserdampf zwischengespeichert wird. Die Atmosphäre ohne Wasserdampf hätte jedoch nur eine relativ geringe Speicherkapazität.

Derzeit konzentrieren sich die Diskussionen auf die zusätzlich freigesetzten Treibhausgase wie CO₂ und die Annahme eines dadurch verursachten Temperaturanstiegs. Damit konzentriert sich die Aufmerksamkeit nur auf Fragen des Anstiegs der Lufttemperatur und die Zusammensetzung der Atmosphäre. Diese Einseitigkeit der Debatte birgt die immense Gefahr, dass andere relevante Änderungen unberücksichtigt sind. Das führt dazu, dass manche Effekte zu lange unbeobachtet bleiben.

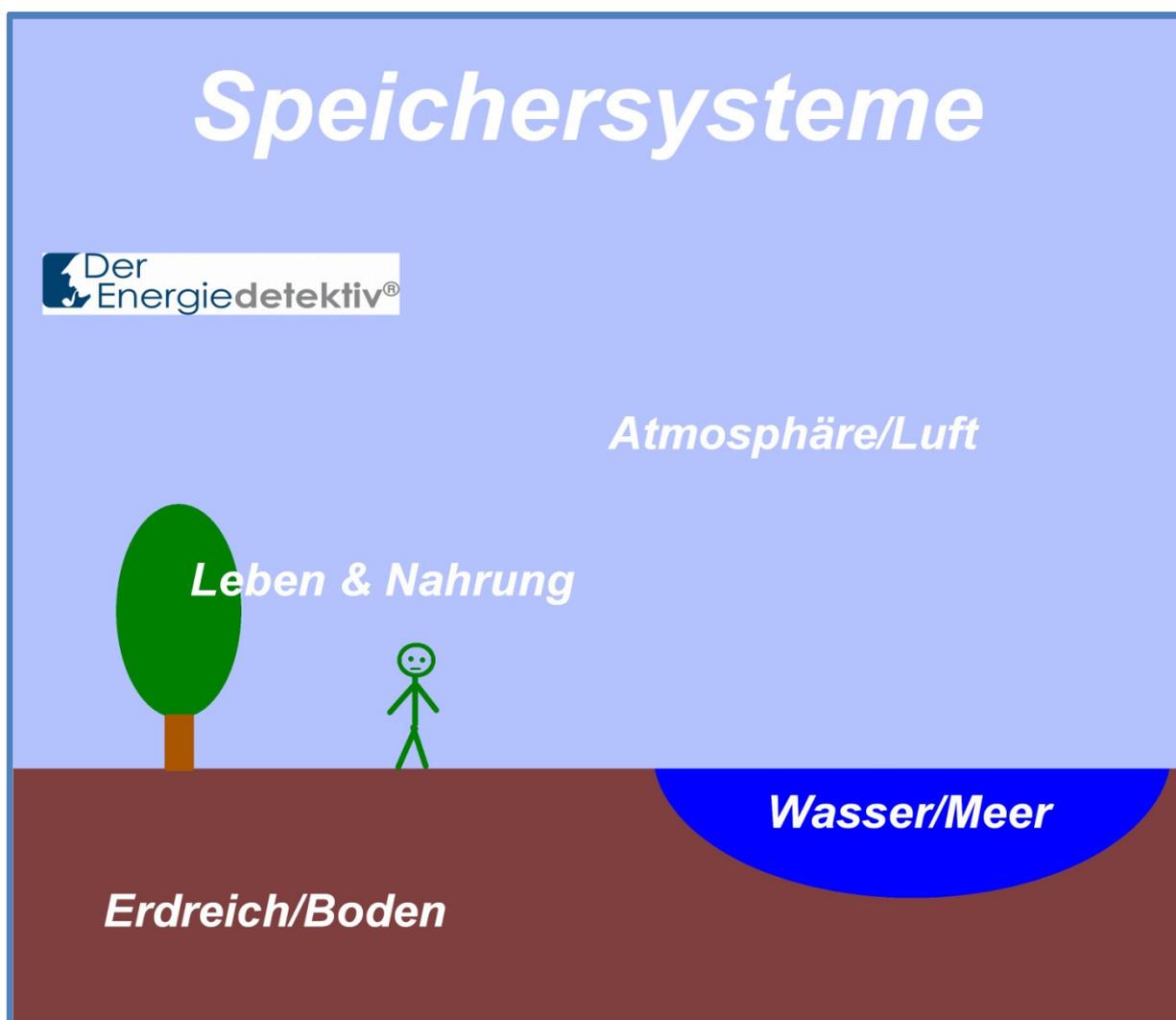


Bild 12-1: Unterschiedliche Speichersysteme für Solarenergie

Dabei sollte man auch nicht vergessen, dass Messwerte zur Lufttemperatur am einfachsten festzustellen sind und daher über längere Zeitreihen vorliegen. Vergleichbare Zeitreihen von Direktmessungen für andere wichtige Speichersysteme sind jedoch faktisch nicht vorhanden. So haben wir weiter oben schon auf die Problematik von Messwerten zum Temperaturverhalten des Erdreichs hingewiesen.

An einer einzigen Station weltweit sind langjährige Messwerte vorhanden. Das Messfeld wird dort allerdings an der Oberfläche schneefrei und frei von Vegetation gehalten. Damit können uns diese Messwerte zwar Hinweise liefern, stellen aber nicht die Realsituation der unbeeinflussten Natur dar.

Ähnlich sieht die Situation hinsichtlich der Temperaturprofile in den Wasserspeichern aus. Zwar wurden im Zuge der Seefahrt und Entdeckung der Welt Oberflächentemperaturen erfaßt. Die Temperaturverhältnisse in größeren Tiefen waren aber bis vor kurzem nicht zu erfassen.

Die wissenschaftliche Konzentration auf jene Bereiche, zu denen einfache direkte Messdaten vorliegen ist zwar menschlich verständlich aber immens gefährlich. Kombiniert mit dem Effekt, dass heute scheinbar mehr simuliert als beobachtet wird, kann dies zu gefährlichen Fehlschlüssen führen.

Für unsere Betrachtungen hier ist primär die Frage der Ausgleichsfunktion in den Wetter- bzw. Klimaprozessen wichtig. Will man vor Extremereignissen geschützt sein, dann kommt den Speichersystemen und deren Ausgleichsströmen hohe Bedeutung zu. Wir haben versucht mit unseren Möglichkeiten uns dazu ein Bild zu machen.

Eine erste Einschätzung ermöglicht uns Tabelle/Bild 12-2. Hier sind die unterschiedlichen Massen angegeben. Masse ist immer auch gleichzeitig ein Hinweis auf Speicherkapazität. Zwar ist die spezifische Speicherfähigkeit bzw. Wärmekapazität je nach Material unterschiedlich. Aber der Vergleich der gegebenen Massen läßt bereits die theoretisch möglichen Speicherkapazitäten sowie die Trägheit bei Änderungen erahnen. Damit verbunden ist immer auch die mögliche zeitliche Ausgleichswirkung.

Sieht man sich die Massenwerte im Vergleich genauer an, dann sieht man, dass die Masse der Erde mehr als viertausendmal größer ist als die Masse des Wassers und etwa 1,7 Millionenfach größer ist als die Masse der Atmosphäre.

Die spezifische Wärmekapazität (Tabelle 12-3) von Wasser ist jedoch wesentlich höher als die von trockener Luft oder trockener Erde. Dennoch wäre die Speicherfähigkeit (Wärmekapazität) der Gesamtmasse der Erde etwa 860-mal größer als der Gesamtmasse des Wassers. Die Wärmekapazität der Gesamtmasse der Erde beträgt etwa das 990.000-fache der Wärmekapazität der Gesamtmasse an trockener Luft.



Klimarelevante Energiespeicher	
Speichersystem	Masse [t]
Erdreich/Boden	$6 \cdot 10^{21}$
Wasser/Meere	$1,4 \cdot 10^{18}$
Atmosphäre/Luft	$5,1 \cdot 10^{15}$
Biomasse	$3,5 \cdot 10^{12}$
Lebewesen	$1,8 \cdot 10^9$

Tabelle 12-2: Vergleich der Masse der einzelnen potentiell wirksamen Energiespeicher; nach [12-3]

Allerdings wird die tatsächliche Speicherfähigkeit von Luft und Erdreich massiv durch die jeweils gegebene Feuchtigkeit bestimmt. Wasser ist auch das ideale Medium für energetische Übertragungs- bzw. Ausgleichsprozesse zwischen den Speichersystemen. Dies ist der Grund, warum die Atmosphäre eine wichtige Rolle im Energiehaushalt der Erde spielt. Die Luftfeuchtigkeit nimmt damit Einfluss auf die Wärmekapazität. Die genaueren Werte für die Wärmekapazität sind übrigens auch von Temperatur und Druck abhängig.



Klimarelevante Energiespeicher	
Speichersystem	Spez. Wärmekapazität [kJ/kg·K]
Erde trocken	0,84
Wasser	4,18
Trockene Luft	1,00

Tabelle 12-3: Wärmekapazität definierter Substanzen; nach [12-4]



Klimarelevante Energiespeicher		
Speichersystem	Ausgleichsvorgänge intern	Wichtige Energieübertragung zu externen Bereichen
Erde/Boden	Wärmeleitung in kältere Schichten des Bodens	Verdunstung und Abstrahlung
Wasser/Meere	Meeresströmungen wie z.B. Golfstrom, Temperaturbedingtes Absinken bzw. Aufsteigen; Schichtenbildung	Verdunstung
Atmosphäre/Luft	Luftströmungen, Wind, Sturm,	Niederschläge gegen Boden; Strahlung gegen Weltraum
Lebewesen	Nahrungskette (Fressen und Gefressen werden)	Wärmeübertragung an die Umwelt als Abwärme (Atmung; Verdunstung; Ausscheidung; Wärmeverlust; Abwärme aus mechanischer Arbeit)

Tabelle 12-4: Energiespeicher - Ausgleichsvorgänge und Energieübertragung

Für unsere Überlegungen in Zusammenhang mit den Nebenwirkungen „erneuerbarer Energie“ sind noch die internen Ausgleichsvorgänge in den jeweiligen Speichersystemen sowie die Energieübertragung zu externen Bereichen interessant. Die externen Bereiche betreffen andere angrenzende Speicher bzw. die Wärmeabfuhr nach außen (Weltall). Wir haben versucht die uns bekannten und für unsere Untersuchung relevanten Faktoren hierzu in Tabelle 12-4 zusammenzufassen.

Die internen Ausgleichsvorgänge und die Energieübertragung zu anderen Bereichen steigen an, sobald mehr Energie im jeweiligen System ist. Im Prinzip versucht die Natur immer eine möglichst ausgeglichene Energieverteilung anzustreben. Dies sind ganz natürliche, in den physikalischen Grundgesetzen festgeschriebene Vorgänge. Diese Ausgleichsvorgänge werden umso stärker, je größer die Differenzen sind. Die menschliche Sicht nennt heftige Ausgleichsvorgänge dann Katastrophen, da die eigenen Interessen negativ betroffen sind. Im Sinne des natürlichen Handelns der Physik sind dies aber nur Ausgleichsbemühungen, um wieder einen möglichst stabilen Zustand mit möglichst gleichmäßiger Verteilung herzustellen.

Diese Ausgleichsvorgänge ergeben jene Form von Verteilungsgerechtigkeit auf Erden, die die Natur vorgesehen hat und auch erzwingt. Sie hängen von unveränderbaren Naturgesetzen ab, auf die der Mensch keinen Einfluss hat.

Die Wertung solcher Ausgleichsvorgänge als Katastrophenszenario kann immer nur aus Sicht einer individuell betroffenen Person oder Gruppe erfolgen. Die Physik ist in dieser Hinsicht neutral. Wir haben dennoch diese Vorgänge in Tabelle 12-5 als „Katastrophenszenarien bei Überlastung“ für die einzelnen Speicherbereiche aus menschlicher Sicht zusammengefasst.

Klimarelevante Energiespeicher	
Speichersystem	Katastrophenszenarien von Selbstregulierungsmechanismen
Erde/Boden	Wüstenbildung bei zu hoher Energiebelastung; Gefrieren in tiefere Schichten (mit energetischer Schwelle beim Gefrierpunkt)
Wasser/Meere	Ausdehnung und Anstieg der Meereshöhe bei Temperaturanstieg; Eisbildung mit energetischer Schwelle beim Gefrierpunkt; in Kombination mit Atmosphäre Sturmfluten etc.
Atmosphäre/Luft	Gewitter, Stürme, Hurrikan, Tornados, extreme Niederschlagswerte mit resultierenden Schäden im Bodenbereich
Lebewesen	Zunahme des Wachstums bei Überfluss; Absterben, Hunger und Tod bei Mangel in der Nahrungskette (Unzureichender Zuwachs von pflanzlichem Material)

Tabelle 12-5: bei starken Änderungen der Energieflüsse könnten folgende Katastrophenszenarien eintreten

Um nun eine Überlastung durch Spitzenwerte zu vermeiden, wäre ein möglichst ausgeglichener Verlauf bei Änderungen wünschenswert. Ein ständig laues Lüftchen ist sicher besser als wochenlange stillstehende Hitze mit anschließendem Orkan.

12.4. Speicher und deren Zeitkomponente

Ähnlich wie im Bauwesen (s. Barackenklima) ist in der irdischen Klimaanlage die zeitliche Wirksamkeit der Speicher von Bedeutung. Im Bauwesen werden Kenngrößen wie Auskühlkennzeit oder Phasenverschiebung angeführt. Für unsere Überlegungen haben wir die zeitliche Funktion der unterschiedlichen Klimaspeicher in Tabelle 12-6 beschrieben. Wir bewerten dabei die Funktionsweise als „Pufferwirkung“ im Sinne eines technischen Puffers, der einen Aufprall zwar nicht verhindern, aber dessen negative Wirkung abmildern kann. Man denke dabei an die Puffer die zur Minderung eines Aufpralls an Lokomotiven oder vor größeren Tunnelanlagen etc. angebracht sind. Diese Elemente bieten eine dämpfende Wirkung bei starken Einwirkungen. Sie verhindern zu hohe Amplituden und haben integrierende Wirkung. Als zweite Bewertung haben wir aus unserer Sicht die Zeitkomponente der Speicher versucht zu berücksichtigen und daher den Speichersystemen entsprechende Bezeichnungen zugeordnet.



Klimarelevante Energiespeicher		
Speichersystem	Mögliche Pufferwirkung	Zeitkomponente
Erde/Boden	sehr hoch	Saisonspeicher
Wasser/Meere	hoch	Zwischenspeicher
Atmosphäre/Luft	gering	Kurzzeitspeicherung
Leben/Nahrungskette	variabel	Langzeitspeicher mit "Ewigkeitstangente"

Tabelle 12-6: Pufferwirkung und Zeitkomponente der relevanten Speichersysteme

Der Leser möge diese Aussagen als Hinweise für seine eigene Wertung und den anzustoßenden Diskussionsprozess verstehen und nicht als exakte Definitionen.

Die Atmosphäre kann nur als Kurzzeitspeicher mit geringer Pufferwirkung verstanden werden. Das ergibt sich für den Betrachter schon allein aufgrund der Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht. Die internen Ausgleichsströmungen (z.B. Wind) führen bei Überlastung zu schädlichen Nebenwirkungen auf den Lebensbereich am Boden.

Dazu gehören Winde mit Schadwirkungen (Sturm, Orkane, Tornados etc.) und auch alle Ereignisse die mit starken Niederschlägen verbunden sind. Wobei dabei immer die Energieübertragung auf andere Speichersysteme auch eine Rolle spielt. Der Kurzzeitspeicher Atmosphäre versucht so seine Überlastung auf die Speicher mit größerer Pufferwirkung und Zeitkomponente abzuladen. Das geschieht teilweise tatsächlich mit elektrischen Entladungen durch Gewitter. Allerdings spielen die Niederschläge sicher eine größere Rolle in der Gesamtbilanz der Speichersysteme.

Größere Wasservolumina, insbesondere die Meere, können diese Überlasten ebenso aufnehmen wie das Erdreich. Diese können als Saisonspeicher betrachtet werden, was sich anhand der Temperaturverläufe im Boden bzw. Grundwasser zeigt und in Form von Wärmepumpen bewusst genutzt wird. In den Meeren kommt es zu Ausgleichsströmungen wie den Golfstrom, die durchaus klimaentscheidend sind. Im Erdreich sind derartige Ausgleichsströme bewegter und erwärmter Materie (Erde) nicht bekannt. Dabei meinen wir Ausgleichsströmungen des solaren Energieeintrags. Vulkanische Aktivität und Magmaströme etc. sind natürliche Ausgleichsströmungen für die Geothermie. Ein Zusammenhang mit der eingestrahlten Sonnenenergie ist uns nicht bekannt.

Der Wärmetransport von Sonnenenergie erfolgt im Erdreich über die Wärmeleitfähigkeit eher langsam. Aufgrund dieser Tatsache kommt dem Erdreich eine ganz wesentliche stabilisierende Funktion im Temperaturgeschehen zu. Es nimmt Überlasten auf und kann diese aufgrund der zeitlichen Verzögerungswirkung für die kältere Jahreszeit verfügbar machen. Dieser Bereich wird daher dem oben postulierten Prinzip von Saat und Ernte bzw. der saisonalen Verschiebung des Energieeintrags am ehesten gerecht. Aber auch für Langzeitänderungen spielt nicht

nur die Energiebilanz der Atmosphäre eine Rolle sondern ganz bestimmt auch die Pufferwirkung des Erdreichs.

Bisher haben wir nur die passiven Energiespeicher im Klimasystem betrachtet. Am wichtigsten ist allerdings das Speichersystem für Energie in Form des Lebensprozesses in der Biosphäre. Von der physikalischen Speicherkapazität scheint es vorerst eher von untergeordneter Bedeutung.

Primäre Intention des Klimaschutzes müßte allerdings der Schutz dieser Biosphäre sein und nicht so sehr die Konzentration auf Temperaturwerte etc. Derzeit laufen wir Gefahr, dass durch die medienwirksame Konzentration auf Einzelwerte im Temperaturgeschehen die wahre Aufgabe zum Schutz des Lebens übersehen wird.

Nur der Schutz des Lebens kann der einzige Sinn für menschlich veranlassten Klimaschutz sein. In diesem Zusammenhang ist es wichtig zu erkennen, dass die Biosphäre der einzige aktive Speicher mit Selbstregulierungsmechanismen ist. Er ist im Klimageschehen sozusagen nicht nur passive physikalische Realität sondern kann sich Änderungen relativ gut anpassen. So führt eine Temperaturerhöhung nicht automatisch in die Katastrophe, sondern kann idealere Bedingungen für gewisse Lebewesen schaffen. Dies führt zu einer Zunahme des Wachstums, womit aktiv ein Regulierungsmechanismus in Gang kommt.

721

Die Frage, ob man dieses Wachstum nun als Bedrohung oder Chance sieht, hängt immer vom Betrachter selbst ab. Das Wuchern von „Unkraut“ setzt einen wertenden Betrachter voraus, der andere Absichten hat. Wir Menschen unterteilen das restliche Leben in Nützlinge und Schädlinge, in Nahrungspflanzen und Unkraut etc. Aus menschlicher Sicht ist das verständlich. Kein Gärtner freut sich, wenn plötzlich sogenanntes Unkraut überhandnimmt. Allerdings stellt sich in diesem Zusammenhang auch die Frage, ob der Betrachter, der das Wachstum der Weltbevölkerung als Katastrophe sieht, statt an „Unkraut“ auch an „Unmenschen“ denkt.

Jedenfalls hat die Biosphäre die Möglichkeit aktiv auf Änderungen zu reagieren, die lebensfördernd sind. Dabei gibt es Rückkopplungs- und Selbstregulierungsprozesse. Die natürlichen Treibhausgase (H_2O ; CO_2 , CH_4) sind keine Schadstoffe, sondern

Stellglieder der Biosphäre zum Eigenschutz! Ohne CO₂ gäbe es genauso wenig Leben auf Erden wie ohne Wasser. Sie beeinflussen die Speicherkapazität der Atmosphäre, deren Temperaturverteilung und den Energieaustausch zwischen den einzelnen Speichersystemen. Treibhausgase beeinflussen aber auch die Energieabgabe nach außen ins Weltall.

Gleichzeitig verfügt die Biosphäre über eine weitere Eigenschaft, die in den anderen Systemen unseres Wissens nach nicht gegeben sind. Sie kann gespeicherte Energie über relativ kurze aber auch sehr lange Zeit verfügbar halten. Zum einen ist die Biosphäre der ideale Speicher für das Prinzip von Saat und Ernte. Letztlich ist diese Bezeichnung aus der Erfahrung der Menschheit mit diesem Energiespeicher ja so entstanden. Damit ist die Biosphäre der wichtigste Solarspeicher für das irdische Leben. Er sichert Nahrung und Wärmeversorgung in Zeiten des Mangels. Er ermöglicht damit die saisonale Verschiebung einerseits über die Nahrungskette, andererseits auch die bewusste Gewinnung und Bevorratung von Brennstoffen.

Die Möglichkeit auch extrem langfristiger Speicherwirkung und damit ausgleichender Wirkung wird allerdings heute meist nicht beachtet. Wir übersehen diese oft in unserer kurzlebigen Zeit aufgrund unseres eigenen kurzen Zeithorizonts. Der Werbespruch „ich will alles, und ich will es gleich“ zeigt unsere heutige Einstellung. Dies widerspricht aber gleichzeitig den tatsächlichen physikalischen Notwendigkeiten. Aus der Zeitpräferenz des Menschen heraus wollen wir möglichst rasch Ergebnisse sehen. Dabei sind wir Getriebene unserer eigenen Schöpfungen, wie beispielsweise einer unerbittlichen Umverteilungsökonomie mit Schuldpapieren und Fiat-Geld oder einer jeweils Angst oder Gier erzeugenden Propaganda. Aus diesen Beweggründen entsteht der Versuch die Welt in einem ständig steigendem „Konsum-Betriebsmodus“ zu betreiben, der den physikalischen Gegebenheiten gar nicht entspricht. Wir versuchen es daher mit immer effizienteren Monokulturen, die rasches Wachstum und rasche Ernte versprechen. Gleichzeitig wundern wir uns, dass unsere Bemühungen zu Nebenwirkungen bis Krisensituationen führen. Diese führen auch in der Biosphäre zu den erforderlichen Ausgleichsströmungen, die versuchen falsche Verteilungsverhältnisse zu korrigieren.

Dabei darf man nicht vergessen, dass die Biosphäre nicht nur durch physikalische Gesetze bestimmt wird. Denn sie ist der einzige Energiespeicher mit aktivem

Informationsaustausch. Hier gibt es sozusagen eine gegenseitige Kommunikation, die ihrerseits das Verhalten der Individuen bestimmt.

Neben den physikalischen Gesetzen gelten daher hier auch Gesetze des aktiven und gegenseitigen Informationsaustausches. Man könnte diesen Faktor als „psychische oder seelische Grundgesetze der Biosphäre“ bezeichnen. Wir meinen damit die aktive Bewertung des Verhaltens anderer Lebewesen, um den eigenen Energiehaushalt zu optimieren. Ein Raubtier bewertet Gewinn und Verlust individuell je nach vorliegenden Informationen durch Einschätzung der Situation und des gewünschten Opfers. Ein überlebendes Lebewesen mit „Opfererfahrung“ wiederum bewertet in der Folge auch die Situationen anders und neu. Es wird Strategien entwickeln, um solche Situationen zu vermeiden oder zu bewältigen. So führt ein Informationsaustausch zu Änderungen in der Biosphäre.

Als Beispiel kann hier auch das menschliche Verhalten dienen. Zusammenarbeit zwischen Individuen basiert auf Vertrauen. Wird das Vertrauen beeinträchtigt, wird damit auch die künftige Zusammenarbeit oder der Austausch von Arbeitsergebnissen (Handel + Handeln) bzw. von Informationen beeinflusst.

Die Biosphäre ist damit ein sehr einzigartiger Energiespeicher, da es Mechanismen der aktiven Anpassung aufgrund der Verarbeitung von Erfahrung oder Erkenntnis gibt. In der Biosphäre wird nicht nur Sonnenenergie zwischengelagert, sondern auch Information! Dieser Energiespeicher reagiert daher anders, als ein rein physikalischer Vorgang in toter Materie. Spätestens hier scheidet ein rein mechanistisches Weltbild.

Eine weitere Tatsache dieses seltsamen Energiespeichers ist, dass die Biosphäre die Möglichkeit bietet über extrem lange Zeiträume Solarenergie einzulagern und sinnvoll zu nutzen. Ein Apfelbaum beispielsweise kann etwa 50 bis 80 Jahre alt werden. Dabei speichert er Solarenergie beim Wachstum in seiner Biomasse. Ein Teil des Wachstums geht in die Langzeitspeicherung im Holz und ein Teil in Blattwerk und Früchte. Das Wachstum des Holzes hat eine maximale Zeitkomponente von 50 bis 80 Jahren, entsprechend der Lebensdauer des Baumes. Blattwerk und Früchte hingegen sind typische Elemente der saisonalen Zeitverschiebung „Saat und Ernte“ und dienen anderen Lebewesen als

Nahrungsenergie. Gleichzeitig führt das Wachstum des Baumes auch zu einer klimastabilisierenden Wirkung im Wasserhaushalt.

Die Menschheit versucht heute allerdings den eigenen kurzzeitigen Ertrag auf Kosten der langzeitigen Einlagerung von Solarenergie zu maximieren. Die jährliche Beschneidung eines Apfelbaums fördert den laufenden Fruchtertrag, verringert aber den Zuwachs an „unproduktiver“ Langzeitspeicherung. Aus wirtschaftlicher Sicht ist dies sicher nachvollziehbar. Es zeigt aber auch die Rückwirkung unseres Wirtschaftens auf die Speicherwirksamkeit in der Biosphäre. Ähnliches gilt auch in Hinblick auf tierisches Leben, man denke dabei nur an Batteriehühner, die nach einer Saison einfach vernichtet und „entsorgt“ werden und nicht einmal mehr als Suppenhuhn der Menschheit gut genug sind.

Im Gegensatz zu derart kurzfristigem Denken bietet die Natur in Lebewesen auch ganz andere zeitliche Möglichkeiten. Das zeigt unser Beispiel mit dem Apfelbaum. Allerdings ist selbst eine Zeitkomponente von 50 bis 80 Jahren noch eine relativ kurze Zeitspanne für die Möglichkeiten der Biosphäre. Bäume können auch über 1.000 Jahre alt werden. Der älteste Baum der Welt ist eine Kiefer in Kalifornien, die bereits über 5.000 Jahre alt sein soll [12-5].

Bekannter ist das hohe Alter von Mammutbäumen. In der näheren Umgebung des Autors sind einige Mammutbäume vorhanden, die ein Alter von bis zu 150 Jahre aufweisen. In den Vereinigten Staaten jedoch gibt es Mammutbäume, die über 3.000 Jahre alt sein sollen. Manche davon erreichen ein Stammvolumen von nahezu 1.500 m³ und ein Gewicht von über 2.400 Tonnen [12-6].

Damit wären in einem solchen Stamm etwa 10.800.000 kWh bzw. 10 GWh Solarenergie gespeichert. Ein durchaus beachtlicher Wert für die Akkumulation von Solarenergie in langlebiger Biomasse eines einzelnen Baumes.

Nicht vergessen sollte man noch einen zweiten erstaunlichen Zeitfaktor bei der biologischen Speicherung von Energie. Getreide ist schlichtweg die Nahrungsenergie der Menschheit. Bei richtiger Lagerung bleibt es fast ewig erhalten. So konnten Wissenschaftler aus 6.000 Jahre altem Gerstensamen das Genom entschlüsseln [12-7]. Aber mancher alte Samen überrascht auch durch seine Vitalität: so wurde in

Wisconsin bei Ausgrabungen ein Tongefäß gefunden, das 800 Jahre alten Samen beinhaltete. Aus einigen Samen konnten die Wissenschaftler Pflanzen ziehen, die gut schmeckende Kürbisse produzierten [12-8]; [12-9]. Israelische Forscher konnten sogar aus einem Samen einer Dattelpalme aus der Zeit von Christi Geburt eine lebensfähige Pflanze ziehen. Archäologen hatten den Samen bei Ausgrabungsarbeiten an der berühmten Masada-Burg, einer Festung von Herodes, gefunden. Nach etwa zwei Jahren hatte sich der Samen bereits zu einer 120 cm hohen Palmenpflanze entwickelt [12-10].

Es ist schon erstaunlich wie lange ein Samen intakt bleiben kann. Diese Beispiele beweisen die Möglichkeit der extrem langen Speicherzeit im Solarspeicher Biosphäre. In gewisser Weise ist dabei sogar eine „Ewigkeitskomponente“ gegeben. Denn jeder Samen ist wieder das Ergebnis eines anderen Samens davor. Insofern tragen wir alle etwas jener Sonnenenergie, aber auch jener Information aus längst vergangenen Zeiten in uns, die unsere Vorfahren befähigten zu überleben. Auch wenn der Samen oder das Ei nur ein winzig kleiner Teil ist, hängt an ihm die ganze Frage der Biosphäre.

725

Ohne die generationenübergreifende Weitergabe des Lebens würde es kein Leben mehr geben. Wir alle sind der lebendige Beweis für die langfristige Funktionsfähigkeit des Energiespeichers Biosphäre. Diese lange Zeitspanne haben die Biosphäre und das Klima übrigens völlig ohne menschlichen Klimaschutz überstanden.

Leider werden diese Aspekte derzeit kaum beachtet. Man konzentriert sich bei Fragen der Speicherung von Energie auf technische Lösungen. Dabei vergisst man, um was es wirklich geht: Das Leben in all seiner Vielfältigkeit.

Zur spezifischen Speicherfähigkeit von Biomasse wollen wir vielleicht noch einen verständlichen Vergleich anführen: in herkömmlichen KFZ-Batterien kann elektrische Energie gespeichert werden. Setzt man die bei voller Ladung gespeicherte Energie zum Gewicht in Relation, dann ist in solchen Batterien etwa 0,049 kWh pro Kilogramm Batterie speicherbar [12-11].

In Eichenholz beispielsweise sind pro Kilogramm etwa 4,2 kWh Solarenergie gespeichert. Besonders trockenes Holz hätte sogar ca. 5 kWh/kg gespeichert. In den

Eicheln, den Früchten der Eichen, sind sogar ca. 5,9 kWh/kg gespeichert. Mit anderen Worten: Biomasse speichert pro Gewichtseinheit etwa die 100 bis 120-fache Energie einer KFZ-Batterie. Die Solaranlage dazu wird mitgeliefert und ist kostenlos, da jeder Baum selbst diese Solarenergie einfängt und speichert. Alleine diese Vergleichswerte sollten klar machen, wo wirklich die Potentiale für kostengünstige und umweltkonforme Energiespeicher für Solarenergie liegen.

Stattdessen träumt man surreale Träume von Autos als Energiespeicher und Elektromobilität zur Rettung der Welt. Aber genau diese Träume würden sofort platzen, wenn man sich nur die Verhältnisse zwischen den biologischen Möglichkeiten und der gewünschten „Schlaraffenland-Technologie“ genauer ansehen würde.

Von Saisonspeichern ist derzeit bei der Energiewende nirgendwo die Rede. Stattdessen träumt man heute davon, durch bessere Organisation und Kurzzeitspeicher das Problem lösen zu können.

Scheinbar unbeachtet bleibt dabei bisher, welche massiven Konsequenzen die aktuelle Stromerzeugung mit erneuerbarer Energie in das Klimasystem einbringt. Dem wollen wir nun auf die Spur kommen.

12.5 Nebenwirkungen auf Speichersysteme

Wir haben gesehen, dass es in der Natur in unserer unmittelbaren Umgebung zwei ganz wichtige Saisonspeicher bzw. Speicher mit Langzeitfähigkeiten gibt: es sind dies das Erdreich und die Biosphäre. Diese folgen in ihrer Verhaltensweise dem Prinzip von Saat und Ernte bzw. führen eine saisonübergreifende Speicherung von Solarenergie durch. Diese Systeme verfügen über die nötige Pufferwirkung um Schwankungen gut und auch längerfristig auszugleichen.

Bedenklich ist allerdings, was nun passiert, wenn man die Sonnenenergie großtechnisch nutzt. Es ergeben sich dann bisher unbeachtete Folgen des Versuchs die Energieversorgung ganzjährig primär mit Solarstrom zu bewerkstelligen.

Sehen wir uns dazu die Verhältnisse bei einigen Photovoltaikanlagen im Freiland an. Wir hatten weiter oben bereits einmal die kleine Kapelle mit Photovoltaikanlage vorgestellt (s. Bild 8-117, 8-118). Dabei hatten wir auf die lokale Erhöhung der Leistung der Wärmestrahlung durch Photovoltaikanlagen hingewiesen. Die höhere Oberflächentemperatur von Solaranlagen führt natürlich zu entsprechender Strahlungswärme. Diese wird als Wärmestrahlung an die Atmosphäre abgegeben.

727

Dabei ist besonders das Treibhausgas CO_2 ein williger Empfänger für die Strahlungswärme aus solchen Solaranlagen. Zum einen ist an klaren Tagen die CO_2 Konzentration in der Atmosphäre besonders hoch. Zum anderen stimmen Oberflächentemperaturen und damit der Frequenzbereich der Wärmestrahlung sehr gut mit den Absorptionsbanden dieses Treibhausgases überein.

Es besteht also ein ideales Zusammenspiel zwischen der Emissionsquelle Solaranlage und dem „Empfänger“ CO_2 zur Erhöhung der Wirksamkeit des Treibhauseffektes. Dabei ist dann die Wärmestrahlung aus der Solaranlage allerdings die Ursache und die Rückstrahlung aus dem Treibhausgas CO_2 nur eine Folgewirkung dieser Emissionsquelle.

Aber sehen wir uns nun die Temperaturverhältnisse an einer solchen Solarfläche an. Wir haben an einem sonnigen Februartag nochmals diese kleine Kapelle aufgesucht.

Der Winter war inzwischen eingezogen und nun schon wieder am abklingen. Bild 12-7 zeigt das Wärmebild der Photovoltaikanlage vor der Kapelle. Die Photovoltaikanlage erreichte eine Temperatur von bis zu 52,8°C.

Die Lufttemperatur lag bei 6°C, direkt hinter der Kapelle haben wir in Bodennähe und im Schatten gleichzeitig eine Lufttemperatur von 5,4°C dokumentiert (Bild 12-8). Einige weitere Temperaturwerte der Umgebung sind in Bild 12-9 markiert.

Die Berge im Hintergrund sind schneebedeckt. Auch im Schattenbereich neben dem Wald an der linken Bildseite liegt noch Schnee. Die Wärmebildkamera bewertet diese Bereiche mit Temperaturen knapp unter dem Gefrierpunkt. Der Bodenbereich rechts neben der Kapelle weist hingegen Temperaturwerte auf, die ein wenig über dem Gefrierpunkt liegen.

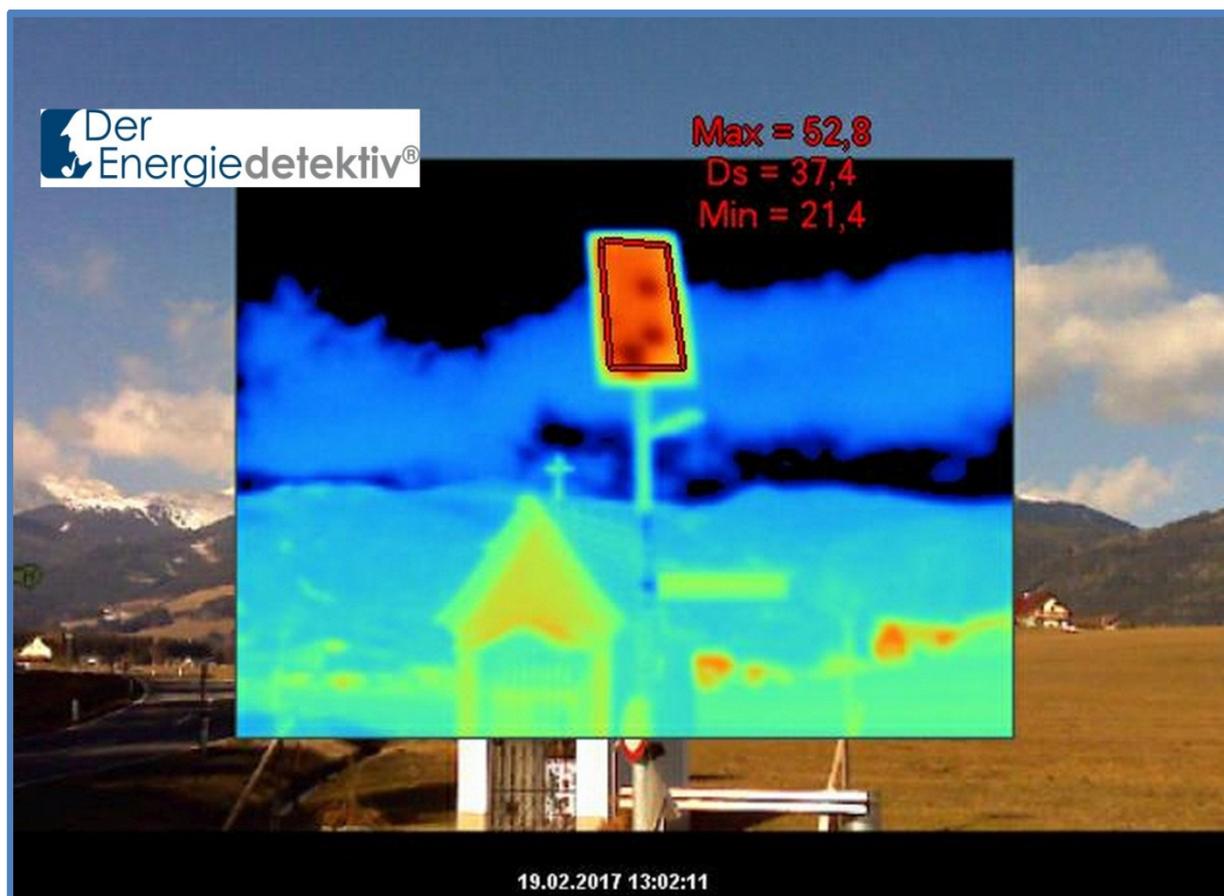


Bild 12-7: Photovoltaikanlage bei einer kleinen Kapelle in den steirischen Bergen



Bild 12-8: Messung der bodennahen Lufttemperatur im Schatten der Kapelle



Bild 12-9: einige weitere Temperaturwerte in der Umgebung

Die Photovoltaikanlage befindet sich damit in einer relativ kalten Umgebung. Die vordere Absorptionsfläche ist bis zu fast 50 Kelvin wärmer als die Umgebungsluft. Gegenüber der mittleren Oberflächentemperatur sind es immerhin mehr als 30 Grad bzw. Kelvin. Aber auch die Rückseite der Photovoltaikanlage ist beachtlich warm. Bild 12-10 zeigt diese Temperaturverhältnisse.

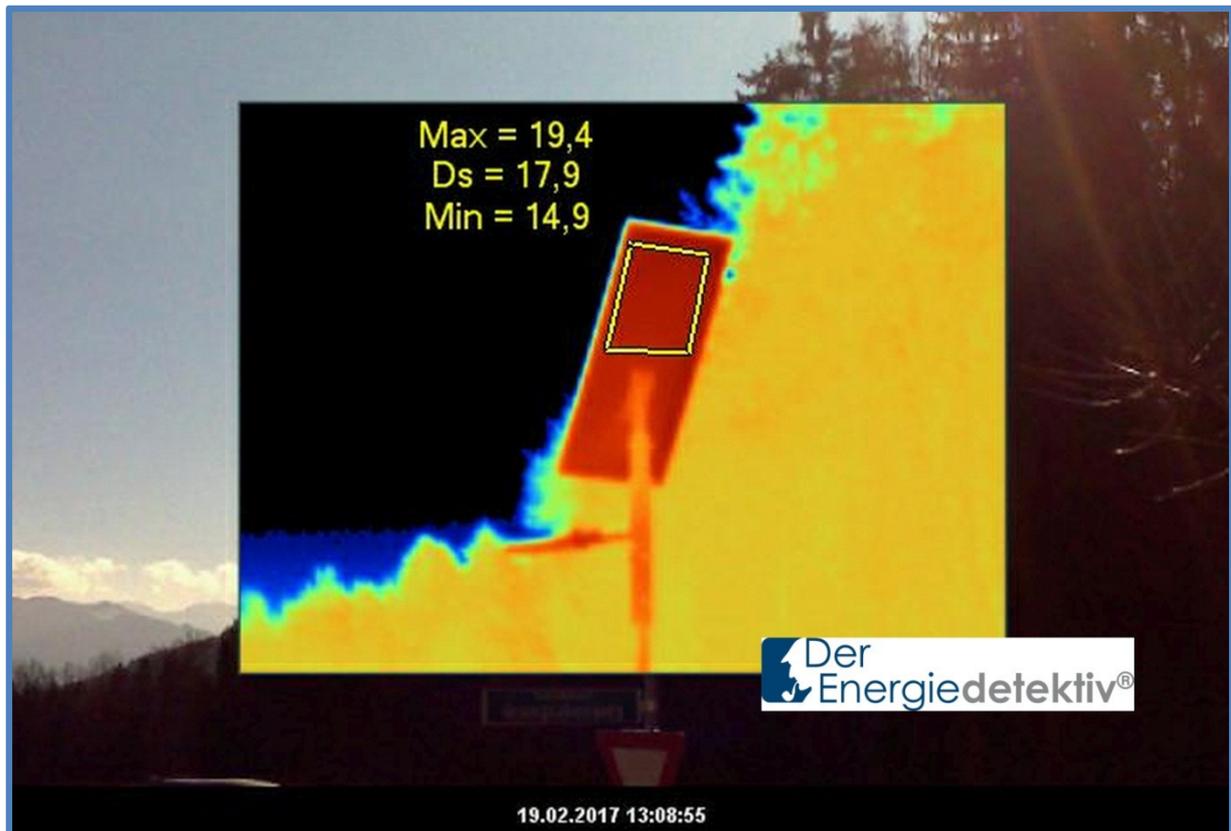


Bild 12-10: auch die Rückseite der Photovoltaikanlage hat ein deutlich höhere Oberflächentemperatur als die umgebende Luft

Hier haben wir an der Rückseite eine mittlere Temperatur um etwa 18°C. Die ganze Photovoltaikanlage ist damit für die Umgebungsluft wie ein kleiner Heizkörper. Nur ein Teil der eingefangenen Solarstrahlung wird als erzeugte elektrische Energie direkt genutzt. Der wesentlich größere Anteil der absorbierten Solarstrahlung wird als Abwärme an die kalte Luft abgegeben. Diese Wärmeabgabe erfolgt einerseits an die Umgebungsluft über den Flächenkontakt bzw. Konvektion und andererseits über die schon erwähnte Wärmestrahlung. Es erfolgt auf diese Weise eine Umverteilung des solaren Energiestroms. Dieser hätte ohne diese technische Einrichtung den Boden erreicht. Hier käme es dann zu Reflexion bzw. Absorption. Sowohl die Reflexions- und Absorptionswerte wären dabei unterschiedlich von jenen an der Solarfläche.

Dabei wäre diese sogar von der Schnee- oder Eislage am Boden beeinflusst. Aber auch die Energieumsetzung und derer Energieeintrag würde andere Speichersysteme betreffen als dies durch die Solarfläche gegeben ist. Dem Bodenbereich (Energiespeicher Erdreich und Biosphäre) geht direkter Energiezufluss verloren. Dieser umgelenkte Energiefluss belastet hingegen jetzt die Atmosphäre.

Wichtig ist festzuhalten, dass die absorbierte Sonnenenergie nun nicht den Boden direkt erreicht, sondern zuerst an die Umgebungsluft bzw. die Atmosphäre abgegeben wird. Dabei sind naturgemäß die Temperatur und damit die Strahlungsleistung an der Vorderseite der Solarfläche höher als an der Rückseite. Wir haben also hier, mitten im Winter, eine Situation wo Solarstrom erzeugt wird und gleichzeitig die Luft bzw. Atmosphäre erwärmt wird. Warum wundern wir uns eigentlich, wenn die Lufttemperatur im Winter steigt? Wie verträgt sich diese Technik dann wirklich mit der Forderung des Klimaschutzes, ein weiteres Ansteigen der Lufttemperatur zu vermeiden?

Man könnte nun sagen, diese kleine Geschichte bei dieser Kapelle spielt keine Rolle. Aber dies ist bei weitem nicht die einzige Photovoltaikanlage in der näheren Umgebung. Wir sind in der Folge zu einer großen Freiflächenanlage gefahren. Auch hier zeigt die Unterseite der großen Solarflächen Temperaturen weit über der Lufttemperatur (Bild 12-11). An diesem Ort haben wir eine Lufttemperatur von 4,4°C gemessen. Mit 27°C sind die Solarpaneele an der Rückseite um mehr als 20 Grad bzw. Kelvin wärmer als die Luft. Es erfolgt daher zuerst eine Wärmeübertragung an die Luft. Wir haben allerdings auch versucht, die Bodentemperatur zu ermitteln. Mit einem Einstichthermometer wurden die Temperaturwerte im bodennahen Erdreich festgestellt. Dabei war zu bemerken, dass der Erdboden noch gefroren war.

Sogar im direkt besonnten Teil lag die Bodentemperatur nur sehr knapp über dem Gefrierpunkt (Bild 12-12). Leider war uns der Bodenbereich des Solarfeldes für eine derartige direkte Messung nicht zugänglich. Allerdings ist eine indirekte Bewertung aus den Wärmebildern möglich. Bild 12-13 zeigt ein Wärmebild des Solarfeldes mit einer rot markierten Linie im Bodenbereich, die sich über mehrere Zonen von Schatten und Sonne erstreckt. In Bild 12-14 erfolgt die Auswertung der Temperaturwerte entlang dieser Linie.

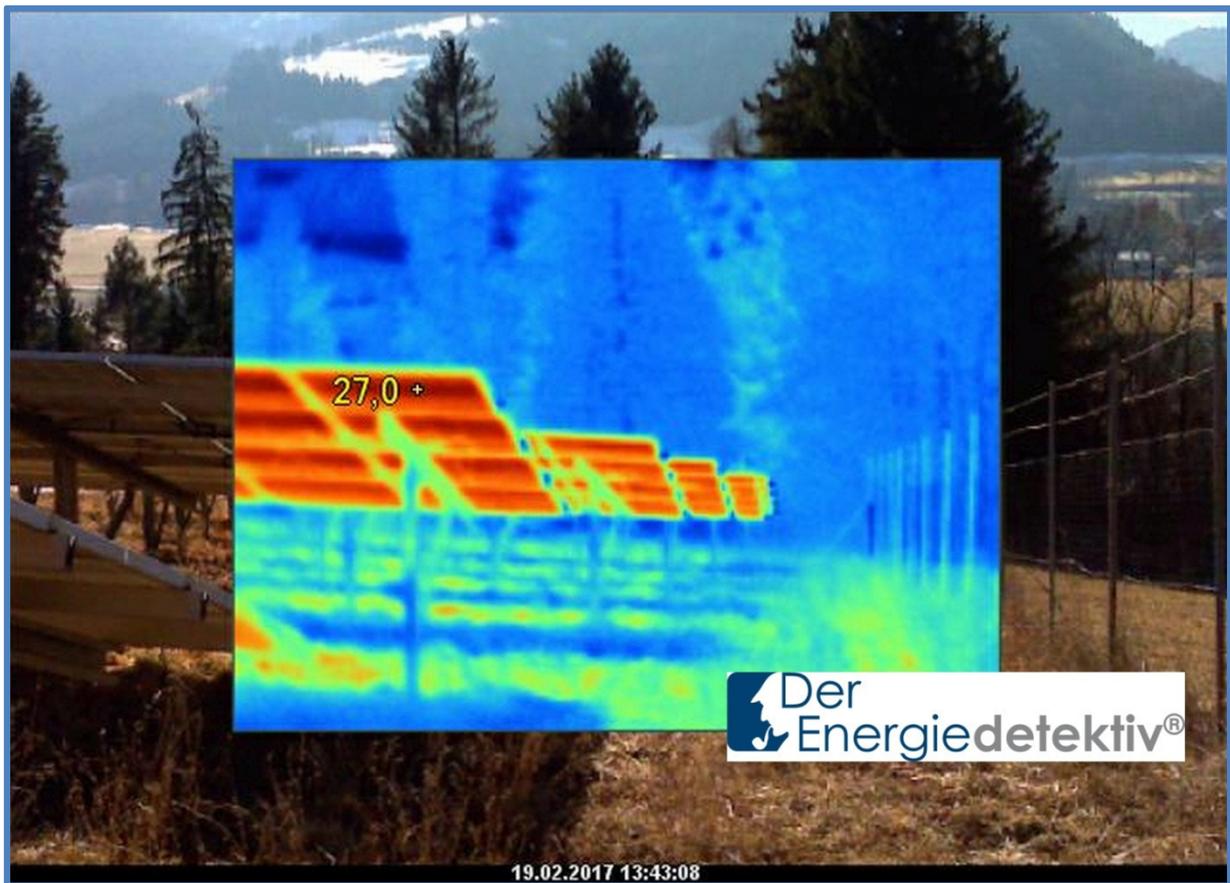


Bild 12-11: größere Freiflächenanlage mit ebenfalls hohen Temperaturen an der Unterseite der Solarzellen die um mehr als 20 Kelvin über der Lufttemperatur liegen



Bild 12-12: die Bodentemperatur lag auch in der Sonne nahe dem Gefrierpunkt. Jeder zusätzliche Sonnenstrahl hilft nun den Boden aufzuwärmen

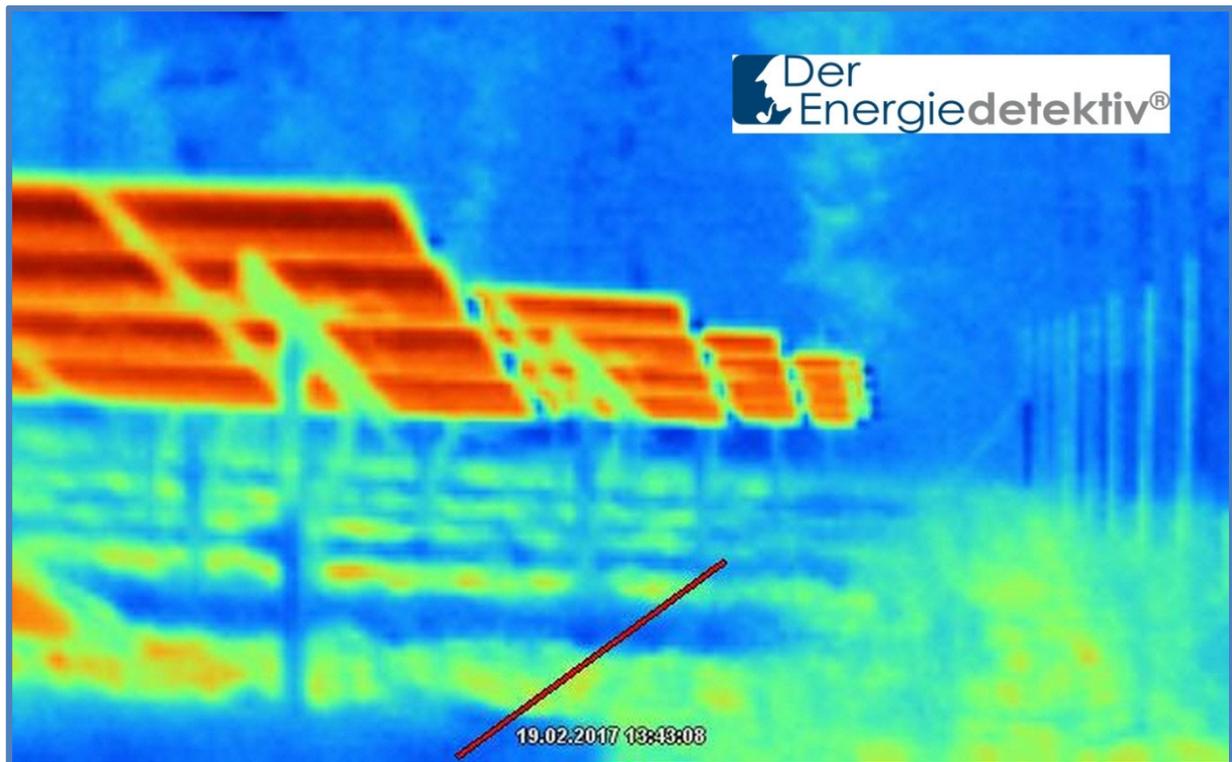


Bild 12-13: die Auswertung des Wärmebildes macht es möglich, Rückschlüsse auf die Energiebilanz am Boden unter der Photovoltaikanlage zu ziehen

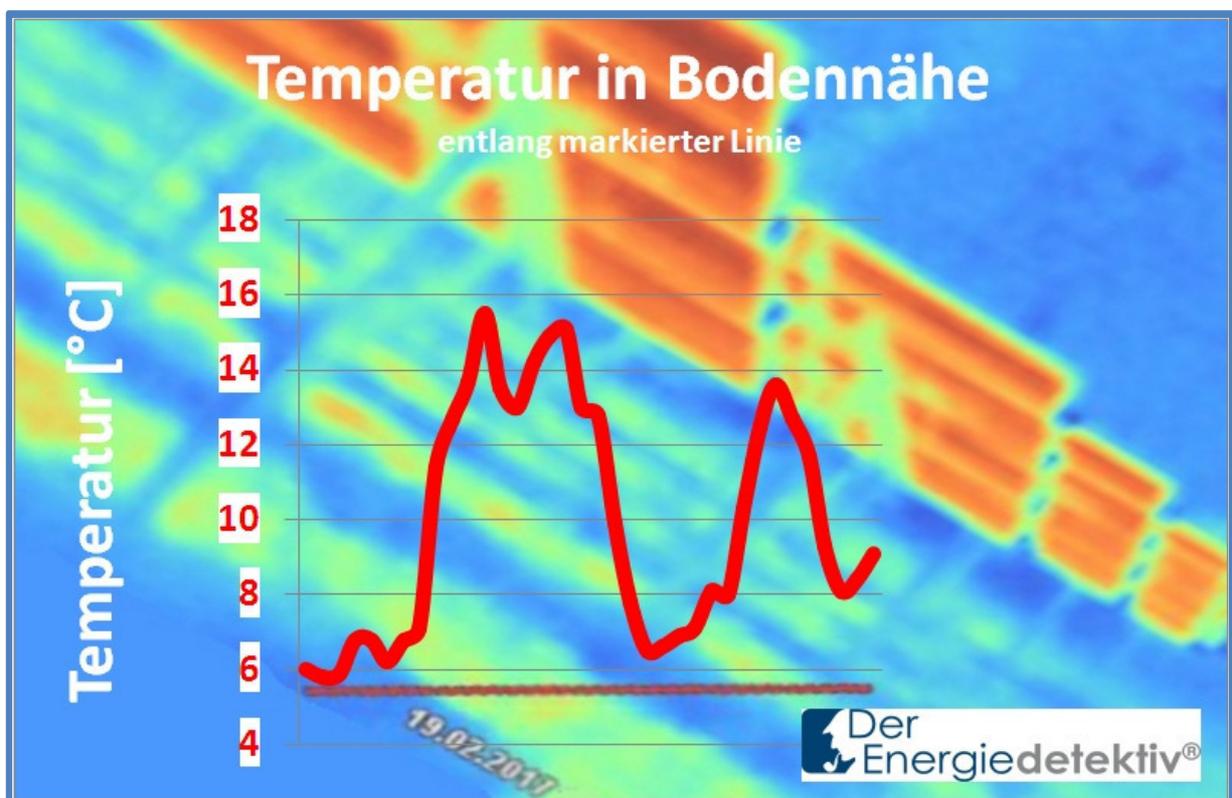


Bild 12-14: Der Temperaturverlauf entlang der markierten Linie zeigt die Verhältnisse knapp über dem Boden anhand der Temperaturwerte am vertrockneten Gras. Der Verlauf macht deutlich, wie sehr die Energiebilanz am Boden beeinflusst wird

Allerdings sind diese Werte nicht ident mit der jeweiligen Bodentemperatur. Sie zeigen die Temperatur am vertrockneten Gras unmittelbar über dem Boden. Daher sind diese Werte etwas höher als die Temperatur im Boden selbst. Dennoch wird daraus recht klar erkennbar, wie der Schattenwurf der Solarpaneele die Energiebilanz am Boden verändert. Im Schatten liegt die bodennahe Temperatur am Heu bei nur 6°C und in der Sonne bei 16°C.

Damit wird deutlich wie sehr der Energieeintrag im Bodenbereich durch die Solarpaneele abgeschwächt ist. Dies muß natürlich auch Auswirkungen auf das Bodenleben haben. Denn hier hilft nun jeder Sonnenstrahl den Boden wieder aufzuwärmen und für das anrückende Frühjahr vorzubereiten.

Wir können daher auch aus diesen Beobachtungen schließen, dass das Bodenleben unter eine Photovoltaikanlage beeinträchtigt ist. Die fehlende Sonnenenergie führt zu einer schwächeren Vegetation, da Pflanzen im Schatten eben schlechter wachsen. Dies wiederum beeinträchtigt die folgende Nahrungskette. Gleichzeitig ist davon auszugehen, dass auch die Bodentemperatur unter dem Energieentzug leidet. Dieser Faktor wird daher vermutlich ebenfalls dazu führen, dass das Bodenleben beeinträchtigt ist. Auf diese Nebenwirkung hatten wir bereits weiter oben hingewiesen und diese analysiert. Neben dem Leben ist allerdings nun auch das Klima selbst beeinträchtigt bzw. geändert.

Daher wollen wir hier in diesem Abschnitt auf die klimatische Beeinträchtigung durch Verschiebung der Energieströme in andere Speichersysteme aufmerksam machen. Zum einen wird Solarenergie dem Bodenbereich für Vegetation und der daraus folgenden Fauna entzogen. Damit wird dieser, sonst dem Leben zur Verfügung stehende Energieeintrag, vom Langzeitspeicher Biosphäre weggelenkt.

Aber nicht nur das Leben direkt ist über die geschwächte Nahrungsversorgung betroffen. Auch die Wärmebilanz am Boden wird geändert. Die sonst am Boden absorbierte Wärme wird nun an den Solarpaneelen umgesetzt. Die Bilder von den erwärmten Solarflächen zeigen das überdeutlich. Die Sonnenenergie wird nun einige Meter über dem Boden absorbiert und in elektrische Energie und Abwärme umgesetzt. Die Abwärme wird direkt an den Solarpaneelen dann wieder an die Luft bzw. die Atmosphäre abgegeben.

Dass dies sogar sichtbar wird, konnten wir am gleichen Tag noch an einer weiteren großflächigen Solaranlage beobachten. Wir befanden uns etwa in 250 Meter Entfernung von einer weiteren größeren Photovoltaikanlage am gegenüberliegenden Hang. Unser Standort war im Schatten bei Temperaturen um 4°C. Der Blick auf die Solarfläche war frei. Dabei war ein deutliches „Hitzeblinzeln“ der Luft zu sehen. Es war, als würde man im Sommer über eine besonders heiße Asphaltfläche blicken.

Wenn die Luft vor Hitze scheinbar flirrt bzw. flimmert, tritt das Phänomen des Hitzeblinzeln auf. Es ist eine Erscheinung der atmosphärischen Optik und entsteht durch zeitlich variable Schlierenbildung durch aufsteigende Luftschichten verschiedener Temperatur, und dadurch unterschiedlicher Luftdichte, über heißen Oberflächen. Aufgrund der Schwankungen der Luftdichte ändert sich der Brechungsindex der Luft. An den Grenzschichten unterschiedlich erwärmter Luftmassen wird das Licht unterschiedlich gebrochen, was als solches Hitzeblinzeln wahrgenommen werden kann [12-12].



12-15: Aus einer Entfernung von etwa 250 Meter wurde bei dieser Photovoltaikanlage am gegenüberliegenden Hang im Winter 2017 Hitzeblinzeln beobachtet. Dieser Effekt wäre aber nur mit einer Videosequenz dokumentierbar

Leider konnten wir dieses Hitzeblinzeln mit unserer Ausrüstung nicht dokumentieren. Dazu wäre eine Videosequenz nötig gewesen. Wir hatten an diesem

Tag keine Videokamera bei unseren Beobachtungen dabei. Wir haben an anderen Tagen und anderen Orten versucht eine ähnliche Beobachtung zu wiederholen und mittels Video zu dokumentieren. Dies gelang uns bisher noch nicht. Allerdings dürften die Voraussetzungen dafür (entsprechende Temperaturwerte und Beobachtungsgegebenheiten) eher im ausklingenden Winter als im beginnenden Frühjahr vorhanden sein. Wir erwarten aber, dass bald derartige Videodokumente oder Beobachtungen durch Dritte vorliegen werden, die den geschilderten Effekt dann für jedermann nachvollziehbar machen.

Unabhängig von der speziellen Frage einer Dokumentation des Hitzeflimmerns belegen unsere Beobachtungen nun sehr wichtige Änderungen im Klimahaushalt. Denn durch den Einfluss der Photovoltaikanlagen über Freiflächen erfolgt nicht nur eine Änderung der Energiebilanz, sondern auch eine Verschiebung der Energieflüsse.

Die Änderung der Energiebilanz betrifft dabei die geänderte Absorptionsrate von Solarpanelen im Vergleich zum Bewuchs am Boden. Durch die geänderte Absorptionsrate ist zu erwarten, dass damit lokal mehr Energie aus dem Solarfeld entnommen und umgesetzt wird. Das bedeutet der Energieeintrag ist erhöht, was per se schon zu einer, wenn auch vielleicht vorerst noch geringen, Temperaturerhöhung führt. Hinsichtlich der Absorptionsrate ist auch zu beachten, dass der Bodenbereich ggf. noch mit Schneelage versehen sein kann und dadurch ein völlig anderes Reflexionsverhalten im Winter aufweist. Eine schräge Solarfläche andererseits sorgt dafür, dass Schnee eher nicht länger auf der Fläche liegen bleibt. Damit wird die hochabsorbierende Solarfläche wirksam, während in der unbelasteten Natur die Absorptionsrate zu diesem Zeitpunkt wesentlich geringer wäre.

Man darf daher in solchen Situationen nicht nur die Standardwerte der jeweiligen Absorptionsraten vergleichen. Stattdessen muss man die sich jahreszeitlich ändernde Oberfläche des Bodenbereichs im Verhältnis zur Situation an der aufgeständerten Solarfläche vergleichen. Eine Gesamtjahresbilanz würde hier vermutlich rasch zeigen, dass sich völlig unterschiedliche Absorptionsraten ergeben. Damit ergibt sich aber per se schon eine Änderung der Energiebelastung im irdischen Klimasystem. Der Effekt ist dabei bei erhöhter Absorptionsrate eine Erwärmung der Atmosphäre!

Unabhängig davon führt allerdings auch die Verschiebung der Energieflüsse zu klimatischen Nebenwirkungen. Dazu muß man die Energieflüsse vor und nach Errichtung einer Photovoltaikanlage beachten. Vor der Errichtung erreicht die Solarstrahlung den Boden samt Vegetation. Danach wird die direkte Solarstrahlung von der über dem Boden errichteten Solaranlage absorbiert und verarbeitet.

Die an der Photovoltaikanlage umgesetzte Solarenergie wird damit nun den Langzeitspeichern Erdreich und Biosphäre vorenthalten. So wird das Leben am Boden geschwächt und gleichzeitig auch der Wärmeeintrag in das Erdreich verringert. Beide Speichersysteme – Erdreich und Biosphäre – haben eine wichtige Pufferfunktion im Klimageschehen. Sie können dieser aber nun nicht nachkommen, da diese Energieflüsse jetzt anders verlaufen.

Der Energieumsatz erfolgt bereits deutlich vom Boden abgesetzt in einer Höhe von ein bis mehrere Meter. Einerseits wird nun Nutzenergie gewonnen, die an andere Orte als elektrische Energie übertragen wird. Im Zuge der Nutzenanwendung wird diese Energie schließlich weitgehend zeitgleich zu Abwärme. Sie fällt allerdings nun an anderen Orten an und belastet die dortige Umgebung. Dieser Teil macht allerdings unter 20% der absorbierten Solarenergie aus.

737

Die restliche Solarenergie wird direkt an den Solarpaneelen in Abwärme umgesetzt. Diese Abwärme wird an der Oberfläche der Solarpaneele durch Konvektion aber auch durch Strahlung abgegeben. Dabei spielt die Oberflächentemperatur eine große Rolle, da diese Strahlungsleistung und Wellenlänge bestimmt. Bei den für Photovoltaikanlagen üblichen Oberflächentemperaturen ist das Strahlungsverhalten dann zeitweise sogar auf eine maximale Wirkung auf jene Absorptionsbanden „abgestimmt“, die für die CO₂ Problematik verantwortlich sind. Man vergleiche dazu die weiter oben bereits gezeigten Auswertungen (s. z.B. Kap. 8.17 und 8.18).

Aber auch durch Konvektion wird Wärme an die Umgebungsluft abgegeben. Dabei erfolgt eine Wärmeabgabe immer auch an der Unterseite der Solarpaneele. Die Temperaturen hier sind naturgemäß niedriger. Damit spielt die Konvektion gegenüber der Strahlung eine wichtigere Rolle als an der Oberseite der Paneele. Die erwärmte Luft umströmt den „Heizkörper Solarpaneel“ und steigt dann als heiße Luft auf.

Man kann daher davon ausgehen, dass die, auf die Absorptionsfläche auftretende Solarenergie zu 80% oder mehr in Wärme umgewandelt wird, welche an die Luft abgegeben wird. Die Wärmeabgabe erfolgt dabei über Konvektion und Strahlung. Beide Vorgänge führen dazu, dass primär die Energie an höhere Bereiche der Luft bzw. Atmosphäre abgegeben wird.

Ohne Solaranlage würde hingegen bei einer Vegetationsfläche der Energieumsatz anders erfolgen: Die Sonnenstrahlung erwärmt das Erdreich und das Licht fördert das Pflanzenwachstum. Womit sich eine Kombination aus CO₂ Einlagerung in neu wachsender Biomasse, Verdunstung samt Kühleffekt und saisonaler Energiespeicherung im Boden ergibt.

Bei einer Solarfläche hingegen fehlen all diese Effekte, insbesondere auch der Kühleffekt am Boden durch die Verdunstung im Sommer. Lediglich der Schattenwurf ergibt einen Kühleffekt für den Boden, der allerdings auch die Vegetation ganzjährig beeinträchtigt. Das Solarpaneel selbst wird durch die umströmende Luft gekühlt und produziert dabei ausschließlich heiße Luft, die besonders trocken bleibt.

Somit kommt es zu einer wesentlichen Verschiebung der Energieflüsse aus den Speichersystemen mit Langzeitwirkung zu jenen mit Kurzzeitwirkung. In Summe wird nun die absorbierte Solarenergie fast ausschließlich an das Speichersystem Luft/Atmosphäre abgegeben. Dieses Speichersystem der Atmosphäre hat jedoch faktisch keine längerfristige Pufferwirkung und ist jenes Speichersystem im Klimaprozess, das am schnellsten und sensibelsten reagiert.

Es kommt bei erhöhter Belastung der Atmosphäre schnell zu massiven Ausgleichströmungen mit negativen Effekten wie Sturm, Gewitter, Starkregen oder andererseits drohen lange trockene Hitzeperioden mit Trockenheit und Dürre. Derartige negative Effekte sind für breite Teile der Bevölkerung selbst wahrnehmbar und dienen meist zur Begründung von Klimaschutzmaßnahmen. Dass nicht nur CO₂ Emissionen dafür verantwortlich sein könnten, wird allerdings selten kommuniziert.

Luft ist jenes Speichersystem, das am leichtesten und am besten beobachtet wird. Die Zustandswerte der Luft sind über längere Zeiträume und großflächig bekannt. Sie dienen daher als primäre Vergleichsgrundlage für Änderungen im Klimageschehen.

Erhöhte Temperaturwerte in der Atmosphäre werden gerne als Argument für die Energiewende genannt. Aufgrund unserer Beobachtungen müssen wir aber davon ausgehen, dass gerade derartige Effekte durch Solarflächen gefördert werden, statt diese zu vermeiden. Der gewünschte Effekt ist ein eigentlich recht kleiner Nutzanteil an elektrischer Stromproduktion. Dieser aber ist verbunden mit einer Erwärmung der Atmosphäre.

Andererseits dient jeder ungewohnte Wetterzustand gleich wieder zur Argumentation für falsch verstandenen Klimaschutz. Dabei wird scheinbar übersehen, dass durch die Verschiebung der Energieströme in unterschiedliche Speichersysteme dieser Effekt ausgerechnet durch die als Klimaschutz gedachten Maßnahmen forciert wird.

Man könnte aufgrund unserer Beobachtungen pointiert durchaus formulieren, dass eine Energiewende nur mit Photovoltaikanlagen über Freiflächen primär heiße Luft produziert. Die viele heiße Luft dient gleich wieder als Argument für die Förderung der Verkaufszahlen solcher Anlagen. Viele Klimabesorgte applaudieren und fordern und fördern die Produktion von noch mehr heißer Luft. Eigentlich ein ideales Geschäftsmodell.

Wäre da nicht ein Energiedetektiv, der jeder Spur penibel folgt. Unsere Beobachtungen, Messungen, Analysen sowie die Feststellung, dass selbst im ausklingenden Winter an Photovoltaikanlagen im Freiland flirrende Luft beobachtet werden kann, sollten als Beweismittel genügen. Dabei entstanden die meisten Aufnahmen und Beobachtungen im Herbst bzw. Winter. Im Sommer sind Nebeneffekte aufgrund höherer Temperaturen wahrscheinlich noch wesentlich stärker zu erwarten.

Nun zeigt sich aber leider, dass nicht nur die Solarflächen zu einer derartigen Verschiebungseffekt in Speichersystemen führen. Stattdessen ist ein solcher Effekt auch bei anderen Nutzungsarten der erneuerbaren Energie gegeben. Man denke dabei an die oben geschilderten Nebenwirkungen von Luft-Wärmepumpen oder die zu vermutenden Nebenwirkungen der Windenergie. Einzeleffekte könnten sich in der Folge kombinieren und ggf. potenzieren. Damit wäre eine noch größere Gefahr für das Klima und das Leben gegeben.

12.6 Klimawandel durch geänderte Energieflüsse in Speichersystemen

12.6.1 Geänderte Energieflüsse und Stoffflüsse

Aufgrund unserer Analysen und Beobachtungen müssen wir davon ausgehen, dass die klimatischen Speichersysteme durch die Nutzung von Solarenergie beeinträchtigt werden. Dabei kommt es zu einer Verschiebung der solaren Energieströme weg von den Langzeitspeichern Erdreich und Biosphäre hin zum Kurzzeitspeicher Luft. Bild 12-16 versucht dies nochmals anhand eines Bildes schematisch zu verdeutlichen.

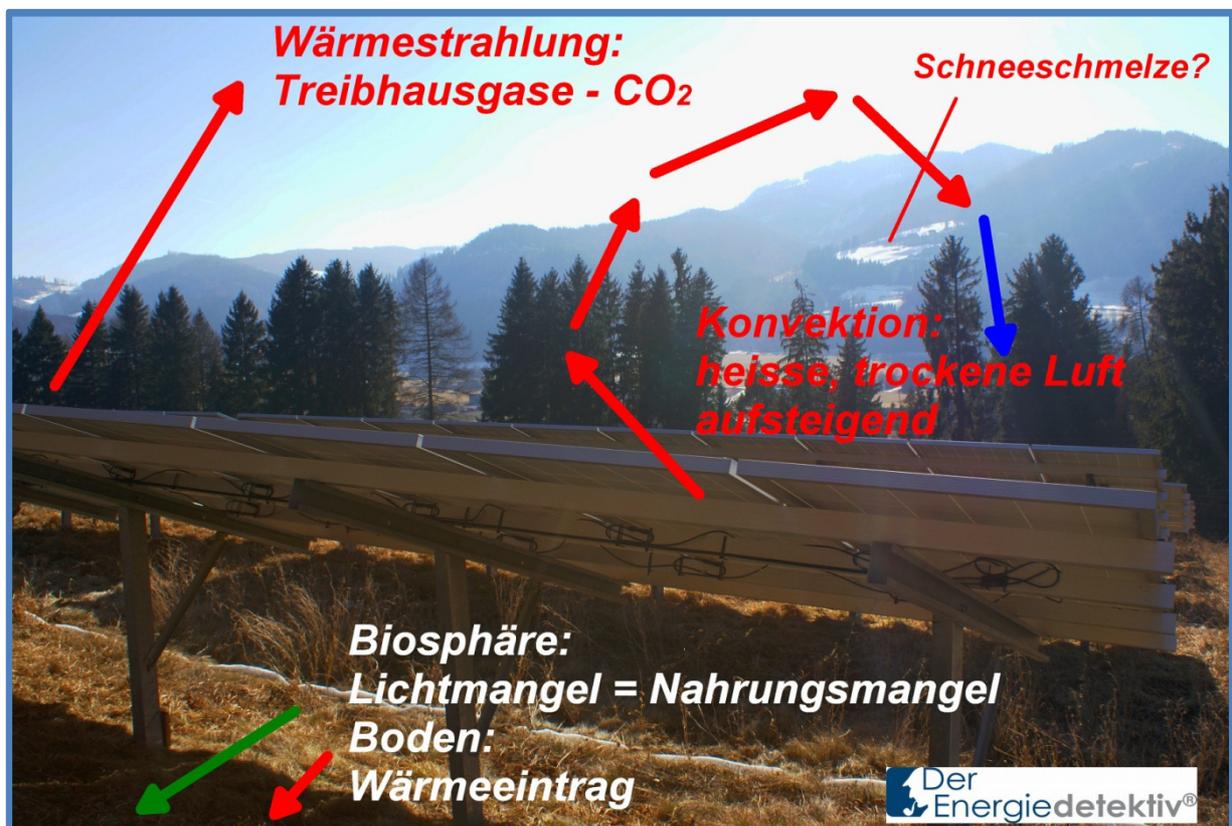


Bild 12-16: Schematische Darstellung zur Verschiebung der Energieströme zwischen den Energiespeichern Biosphäre, Boden und Atmosphäre

In diesem Zusammenhang ist nun auch darauf hinzuweisen, dass die auf die erhöhte Temperaturbelastung reagierende Atmosphäre versucht mit stärkeren Ausgleichseffekten die Überschussenergie loszuwerden. Die wärmere Luft könnte beispielsweise zu einem verfrühten Abschmelzen in höheren Regionen führen. Das könnte den jahreszeitlichen Verlauf des Wasserhaushaltes der betroffenen Regionen ändern. Eine Änderung im zeitlichen Verlauf der Schneesmelze führt zu anderen Gegebenheiten im gesamten Wasserhaushalt. Dadurch ist einerseits der *Tatort Umverteilung*

Langzeitspeicher Biosphäre mit seinem wichtigen Wasserhaushalt im Boden betroffen. Andererseits betrifft eine verfrühte Schneeschmelze eventuell auch die Energienutzung in den Wasserkraftwerken. Natürlich könnten auch Gletscherflächen betroffen sein.

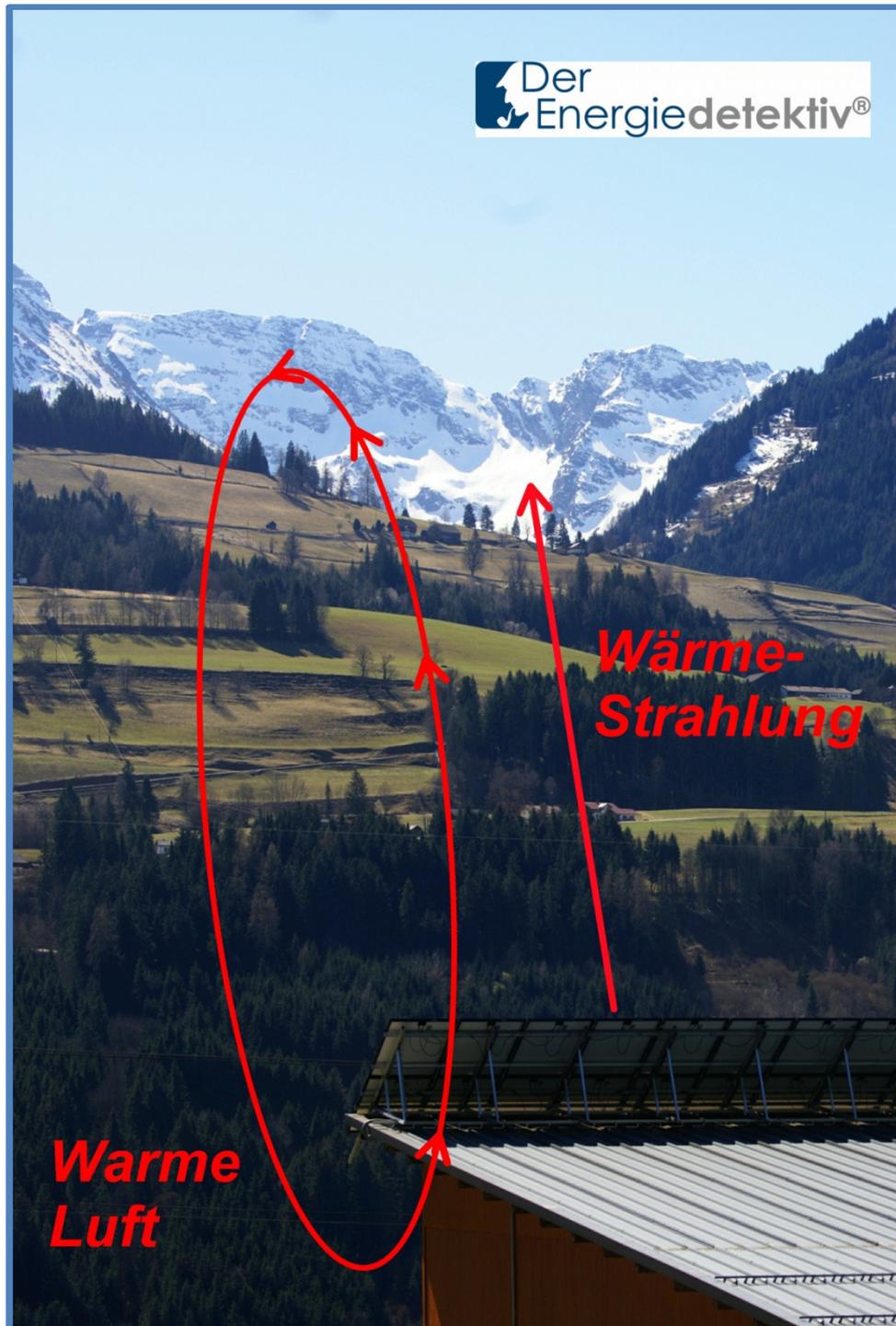


Bild 12-17: Hochmoderner Kuhstall mit Photovoltaikanlage im schneebedeckten Gebirge. Mehr als 80% der eingestrahelten Solarenergie werden als Wärmestrahlung oder Warmluft an die Atmosphäre abgegeben.

Wir haben versucht anhand von Bild 12-17 dies mit einem Bild aus den österreichischen Bergen zu symbolisieren. Hier befindet sich auf einem hochmodernen Kuhstall eine großflächige Photovoltaikanlage.

Gegenüber befindet sich ein hohes Gebirgsmassiv mit Schneeflächen. Die Entfernung zwischen den Schneeflächen und der Photovoltaikanlage beträgt etwa 5 Kilometer. Die in Wärme umgewandelte Solarenergie wird als Warmluftströmung und Infrarotstrahlung nun ganzjährig die Atmosphäre erwärmen. Es ist davon auszugehen, dass auch das Abschmelzen im gegenüberliegenden Gebirgsbereich davon betroffen sein kann.

Wenn wir heute bei Meldungen über das Abschmelzen der Gletscher betroffen sind, sollten wir nicht vergessen, dass auch sogenannte Klimaschutz-Maßnahmen dazu beitragen könnten. Denn wenn Solarflächen eine erhöhte Wärmebelastung der Atmosphäre ergeben, ist es natürlich, dass davon auch alpine Schnee- und Eisflächen betroffen sind. Wenn die verwendeten Techniken gleichzeitig dazu führen, dass die Verteilungsströme im Wasserhaushalt geändert werden, hat das natürlich ebenfalls Rückwirkungen auf die alpine Schneelage. Denn diese wird nicht nur durch die Temperaturwerte der Umgebungsluft bestimmt, sondern auch durch die Verfügbarkeit von Niederschlägen in Form von Schnee bzw. Eis. Wachstum oder Schwinden der Gletscher dokumentiert vorerst nur die Frage, ob die zusätzlichen Niederschläge höher sind als die Abschmelzprozesse. Oder eben umgekehrt. In dieser Studie wird an zahlreichen Stellen auch auf die Veränderungen im Wasserhaushalt hingewiesen. Hier haben bisherige menschliche Entwicklungen zu Änderungen geführt. Aber leider führen gerade auch Maßnahmen, die dem Klimaschutz dienen sollen, zu Änderungen im Wasserhaushalt. Davon ist insbesondere der Wasserhaushalt der Atmosphäre betroffen. Dies hat aber Rückwirkungen auf die Sonnenscheindauer und damit auf den darauf folgenden Energieeintrag. Diese Fragen werden weiter unten noch näher behandelt.

12.6.2 Abschätzung der geänderten Speicherleistungen

Mancher mag vielleicht jetzt bezweifeln, dass das „bisschen Solarfläche“ tatsächlich das Potential für derart massive Nebenwirkungen im Klimageschehen hat. Wir haben daher versucht anhand nachvollziehbarer Daten den Effekt näher zu beziffern. Dabei verwenden wir Daten zur Energiewende in Deutschland [12-21] sowie ein deutsches Fachgutachten in Zusammenhang mit der Errichtung von PV-Anlagen [12-22]. Danach können wir von folgenden Daten für Deutschland ausgehen:

Jahressumme der mittleren, global-horizontalen Einstrahlung

in Deutschland:

1.055 kWh/m²a

[s. 12-21; Seite 26]

Aktueller Bestand an PV-Flächen:

reine Modulfläche 300 km² = 300.000.000 m²

Mittlerer Wirkungsgrad: 14%

743

Zielsetzung (kompletter Umstieg im Rahmen der Energiewende)

Mittlerer Wirkungsgrad: 19%

reine Modulfläche: 1000 km² = 1000.000.000 m²

[s. 12-21; Seite 38]

Reflexions- und Streuverluste

max. 10% (4 – 10%)

Mit einem angenommenen mittleren Wert von 7% folgt die in den PV-Flächen verarbeitete Strahlung (Absorption bzw. Emission und konvektive Wärmeabgabe):

$1.055 \cdot 0,93 = 981,15 \text{ kWh/m}^2\text{a}$

Davon werden aktuell durchschnittlich 14% in elektrische Energie umgewandelt. Der Rest wird als Abwärme abgegeben. Damit ergibt sich die im folgenden Bild 12-18 gezeigte Abschätzung für die Wirkung der eingestrahlten Sonnenenergie

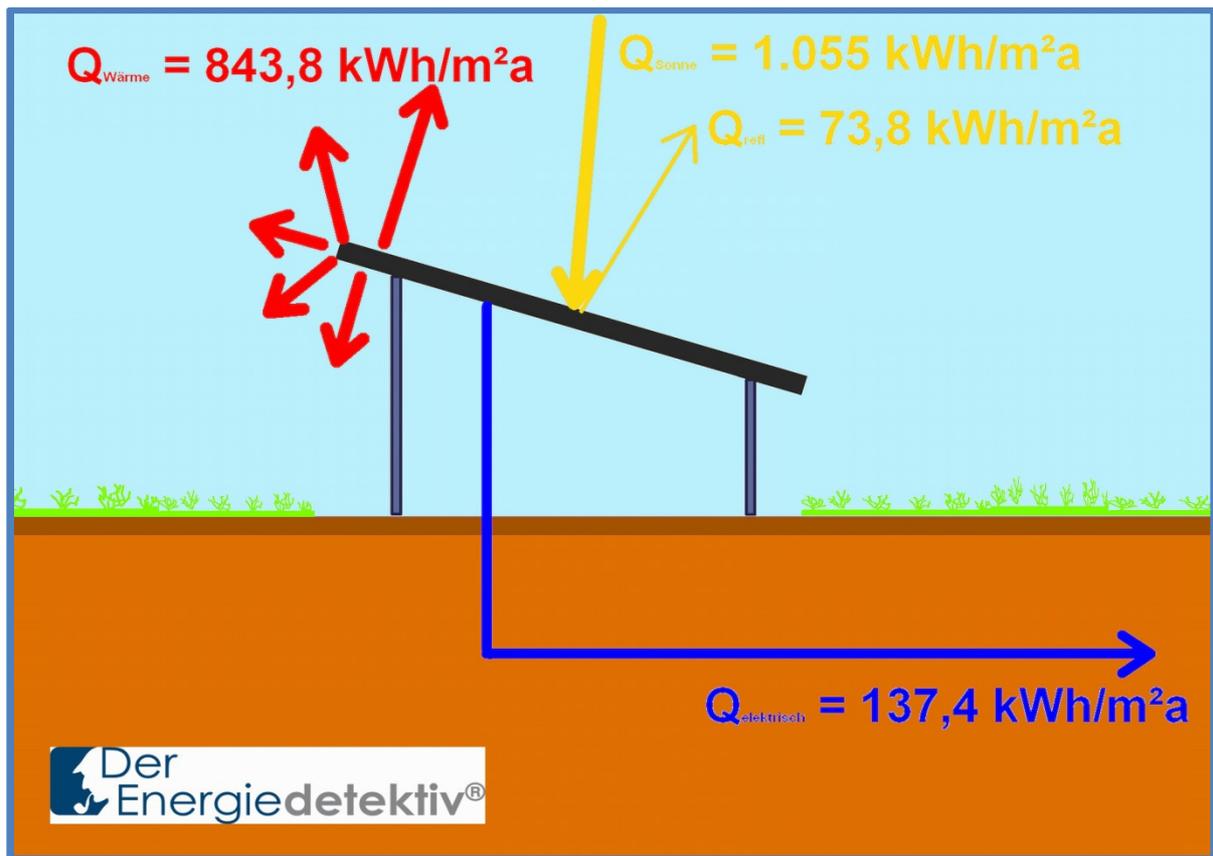


Bild 12-18: Energiebilanz an einer Photovoltaikanlage

Die Werte zusammengefasst:

Reflexion, Streuung an PV-Fläche	~ 73,8 kWh/m ² a
Erzeugte elektrische Energie	~ 137,4 kWh/m ² a
Abgegebene Verlustwärme	~ 843,8 kWh/m ² a

Der Energiefluss in die unterschiedlichen Energiespeicher des Energiesystems ist nun geändert. Die Abwärme wird an der Solaranlage an die Luft abgegeben. Der Bodenbereich hingegen erhält nun wesentlich weniger Energie. Denn an der Unterseite der Solarmodule wird die Abwärme vor allem an die entlang streichende Luft abgegeben. Die erwärmte Luft steigt nach oben. Ein kleiner Teil der Wärmeabgabe wird als Strahlungswärme immer noch den Bodenbereich erreichen. Wenn man allerdings die Verhältnisse in den Bildern 12-13 und 12-14 betrachtet, dann kann man davon ausgehen, dass die Sonnenenergie dem Boden weitgehend vorenthalten ist. Man betrachte dazu auch die Auswertungen unserer eigenen Messungen der Bodentemperatur in Bild 8-52, 8-53 und 8-54.

Wir gehen daher vorerst für die weitere Analyse vereinfachend davon aus, dass nun die gesamte Abwärme dem Bodenbereich vorenthalten ist und stattdessen der Energiespeicher Luft damit geladen wird. Was würde das aber nun konkret bedeuten? Man kann sich das am besten in einem Gedankenexperiment vorstellen. Dabei schauen wir uns nur jenen Ausschnitt der Welt an, der direkt über oder unter der Solaranlage vorhanden ist. Denn um die Änderungen im Klimasystem verstehen zu lernen, ist genau diese Einzelbetrachtung hilfreich.

Wir betrachten also nun, wie in Bild 12-19 dargestellt, die Energiespeicher Luft bzw. Erdreich direkt über oder unter der Solarfläche. Diese Bereiche sind nun mit der Umwandlung der Solarstrahlung betroffen.

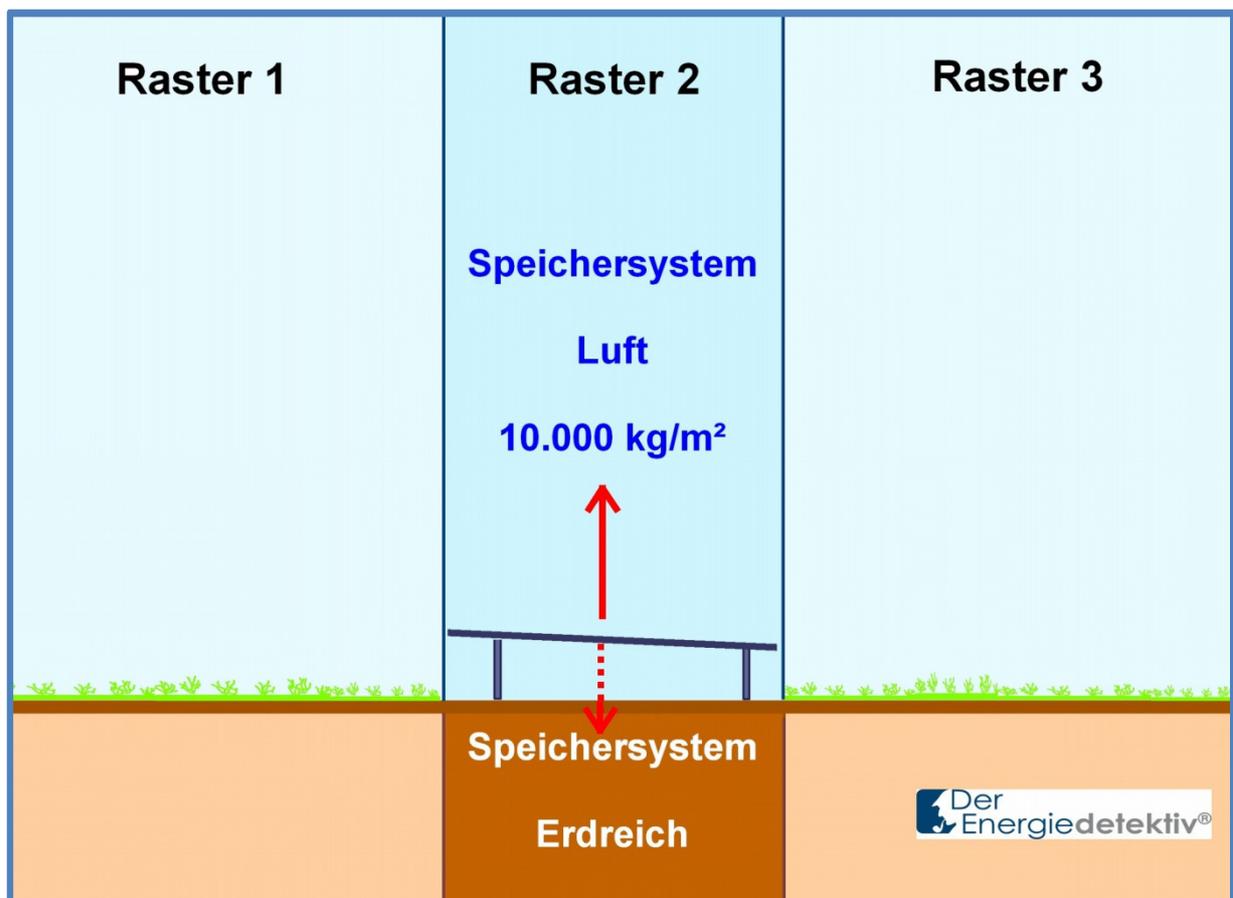


Bild 12-19: wir unterteilen im Gedankenexperiment die Welt in kleinere, geschlossene Bereiche ohne gegenseitigen Energieaustausch. So wird der Effekt der Energiespeicher verständlicher

So kann man die Welt in einen solchen Raster unterteilen. Auch die nebenliegenden Bereiche werden gleich behandelt. Wir nehmen dabei vorerst an, dass keine Ausgleichsströmungen stattfinden und die umgewandelte Energie jeweils nur in den direkten Bereich oberhalb oder unterhalb des Bodens eingelagert wird. Diese vereinfachende Annahme scheint als erster Schritt durchaus gerechtfertigt und entspricht dem wissenschaftlichen Prinzip der Abstraktion.

Links und rechts von der Solaranlage ist in Bild 12-19 eine unbelastete Vegetationsfläche. Diese würde nun die empfangene Solarstrahlung zum Aufbau von Biomasse und zur Erwärmung des Bodens nutzen. Bei der Photosynthese wird Wasser produziert, das als Wasserdampf an den Blattflächen abgegeben wird. Dies sorgt für einen Kühleffekt im Bodenbereich und transportiert über die Verdunstung die empfangene Wärme in die Atmosphäre. Dies ist die Normalsituation bevor der Mensch beginnt die Erde zu seinem Zweck umzuformen.

Auch die Erfindung der Photovoltaikanlage verändert diese Welt. Das wollen wir mit der skizzierten Solaranlage verdeutlichen. Im Bereich der Solarfläche ist die Situation jetzt anders. Das Niederschlagswasser wird an der leicht schrägen Solarfläche abgeleitet. Es erreicht damit nur den Vegetationsbereich neben der Solaranlage. Der Boden unter der Solaranlage trocknet aus und auch die Vegetation stirbt damit ab.

Bei der Abgabe der Abwärme der Solarfläche an die Luft ist damit eine Verdunstung von Niederschlagswässern nicht gegeben. Wir können uns daher die Situation vereinfacht so vorstellen, dass die Luft oberhalb der Solarfläche eine rein trockene Luft enthält. Auf jedem Quadratmeter der Erdoberfläche lasten etwa 10.000 kg Luft bzw. Atmosphäre.

Die Solarfläche produziert nun jährlich $137,4 \text{ kWh/m}^2$ Solarstrom. An den Energiespeicher „trockene Luft“ wird dabei aber die gleichzeitig entstehende Abwärme von $843,8 \text{ kWh/m}^2$ abgegeben. Im Energiespeicher Atmosphäre erwärmt sich somit die Luft. Wir nehmen statische Verhältnisse an, es soll vorerst nicht zu einer Wärmeabgabe nach außen kommen. Weder wird in das Weltall Wärme abgestrahlt, noch erfolgt ein interner Wärmeaustausch zwischen den einzelnen Bereichen und den betreffenden Rastern.

So können wir abschätzen, welchen Einfluss die Änderungen haben können. Links und rechts der Solarfläche ist freies, bewachsenes Land. Hier ist sozusagen der natürliche Zustand erhalten. Nur im Raster der Solaranlage kommt es zur Änderung der Situation.

Der Leser möge zuerst kurz überlegen und selbst abschätzen, um wie viele Grade die Luft über der Solarfläche erwärmt wird. Dies unter der Voraussetzung, dass sämtliche Abwärme der Solarfläche dem Luftbereich über dieser Fläche zugeführt wird.

Man kann dies recht einfach berechnen. Die entsprechende Speicherfähigkeit bzw. Wärmekapazität hatten wir ja bereits in Tabelle 12-3 angeführt. Über der Solaranlage befinden sich nun 10.000 kg Luft. **Mit der Abwärme der Solaranlage (843,8 kWh/m²a) kann diese trockene Luft nun um 303 Grad bzw. Kelvin erwärmt werden! Die Luft erwärmt sich beispielsweise von 15°C auf unvorstellbare 318°C!**

Dabei haben wir nur die Verlustwärme am Solarpaneel berücksichtigt. Nicht jedoch die Nutzenergie, die nach ihrer Anwendung über kurz oder lang ebenfalls nur mehr als Abwärme vorliegt. Dies allerdings an einem anderen geografischen Ort.

Natürlich verteilt sich dieser Erwärmungseffekt über das ganze Jahr. Vor allem aber wird diese Erwärmung durch die laufende Wärmeabgabe nach außen (ins leere Weltall) begrenzt. Hier spielen die Treibhausgase, insbesondere CO₂ eine Rolle. Die Verlustwärme erreicht bei klarem Himmel im Sommer ihre Maximalwerte. Der Strahlungsanteil liegt vom Frequenzbereich optimal im Bereich der Strahlungsbande von CO₂. An Tagen mit starker Bewölkung hingegen bleibt die Sonneneinstrahlung auf das Solarpaneel geringer. Damit bleiben auch die Wärmeabgabe und die Strahlungskomponente geringer. Die Strahlungsleistung ist somit bei hoher Konzentration von Wasserdampf in der Atmosphäre wesentlich geringer. Es ergibt sich damit ein natürlicher Optimierungsprozess für die Wärmeabgabe über Wärmestrahlung. Diese ist besonders hoch, wenn die CO₂ Konzentration über dem Solarpaneel hoch ist. Sie ist gleichzeitig auch vom Spektrum der Wärmestrahlung auf die Absorptionsfähigkeit von CO₂ optimiert. Daher fördert diese Wärmeabgabe über Strahlung den laut Klimamodellen vorhandenen Effekt von CO₂ in der Atmosphäre.

Wenn nun die Grundannahme hinsichtlich der Treibhausgase stimmt, dass diese über eine sogenannte Gegenstrahlung eine Temperaturerhöhung bewirken, dann ergibt sich eine katastrophale Situation für den Klimaschutz. Denn dann verstärkt ein solches Solarpaneel zeitlich und spektral optimiert die Wirkung des Treibhausgases CO₂. Damit tragen solche Anlagen dann zum Treibhauseffekt massiv bei, statt davor zu schützen. Darauf sei hier noch einmal in aller Deutlichkeit hingewiesen.

Für unsere Untersuchung interessiert uns hier im Moment aber primär die Verschiebung des Energiestroms vom Energiespeicher Boden (Erdreich und Biosphäre) in Richtung Atmosphäre. Dafür bleiben wir vorerst bei der verlustlosen Situation. Denn uns geht es darum, zu erkennen welcher fatale Folgeeffekt damit für die Pufferfunktion der Energiespeicher entstehen könnte.

Die eingestrahlte Energie wurde an der Solaranlage zum Teil in elektrische Energie umgewandelt und weitergeleitet. Die Abwärme aus der Erzeugung dieser Nutzenergie wird nun in den Kurzzeitspeicher Luft/Atmosphäre geführt. Alleine aus der Wärmekapazität und der als Abwärme vorliegenden Energie ergibt sich für trockene Luft eine Erwärmung um 303 Grad.

Wäre die Solaranlage nicht da, würde stattdessen der Boden erwärmt und Vegetation für die Nahrungskette aufgebaut. Aber was bedeutet das für die Pufferfunktion dieser Langzeit-Speichersysteme?

Wir wollen in erster Näherung davon ausgehen, dass die verschobene Energie anderenfalls ausschließlich im Erdreich gelagert werden würde. Da trockene Erde eine geringere Speicherkapazität hat, könnten wir 10.000 kg Erde sogar um 362 Grad bzw. Kelvin erwärmen. Aber im Gegensatz zur Masse der Luft über der Solaranlage ist die Masse der Erde darunter fast unbegrenzt. Die Speichermasse der Erde ist um einen Faktor von mehr als einer Million größer als jener von Luft (s. Tabelle/Bild 12-2).

Während 10.000 kg/m² Luft die gesamte Atmosphäre über der Erde bis zu einer Höhe von mehreren hundert Kilometer betrifft, wären 10.000 kg im Erdreich schon bei einer Tiefe von etwa 5 bis 7 Meter gegeben. In Bild/Tabelle 12-20 haben wir für die einzelnen Energiespeicher die Temperaturerhöhung zu Vergleichszwecken

angeführt. Hier ist jeweils nur die jährliche Abwärme der Solarfläche berücksichtigt. Nicht berücksichtigt ist allerdings die Nutzenergie. Tatsächlich würde ohne Solarfläche über dem Boden die absorbierte Energie allerdings zur Gänze am Boden umgesetzt. Wir haben daher ergänzend auch in der unteren Tabelle diesen Gesamteffekt berücksichtigt. Mit anderen Worten, hier wird jeweils errechnet, welche Temperaturerhöhung für die einzelnen Speichermassen bei der genannten Energiezufuhr möglich ist.

Der Energiedetektiv®

Mögliche Erwärmung von Speichersystemen
Abwärme einer Photovoltaikanlage [843,8 kWh]

Speichersystem	Speichermasse [kg]	Höhe des Speichers [m] Grundfläche 1 m ²	Temperaturerhöhung [K]
Luft trocken	10.000	600.000 m	303,8
Erde trocken	10.000	5 - 7 m	361,6
Wasser	10.000	10 m	72,7

Mögliche Erwärmung von Speichersystemen
Abwärme plus Nutzenergie einer Photovoltaikanlage
[843,8 + 137,4 = 981,2 kWh]

Speichersystem	Speichermasse [kg]	Höhe des Speichers [m] Grundfläche 1 m ²	Temperaturerhöhung [K]
Luft trocken	10.000	600.000 m	353,2
Erde trocken	10.000	5 - 7 m	420,5
Wasser	10.000	10 m	84,5

Bild 12-20: der Vergleich gleicher Speichermassen macht den Unterschied deutlich. Die Bezugsmasse entspricht der gesamten Luftsäule über einem Quadratmeter

Wir sind hier von 10.000 kg der jeweiligen Speichermasse ausgegangen. Für die Atmosphäre entspricht dies der gesamten verfügbaren Masse pro Quadratmeter. Für das Erdreich hingegen ist das nur ein sehr geringer Anteil an der jeweils verfügbaren Masse. Andererseits wäre auch das Leben im Bodenbereich durch den Energieentzug betroffen. Dies ist die geringste und damit sensibelste Speichermasse im Klimageschehen. Wir sollten uns daher nochmals die Verhältnisse der Speichermassen vor Augen halten (vergl. mit Tabelle 12-2)

Auf 10.000 kg Luft kommen

- 3,6 Gramm Lebewesen
- 11,7 Milliarden Kilogramm Erdmasse
(Anm.: vergl. mit Tabelle 12-2)

Schon aus den Masseverhältnissen wird klar, wie die Sensibilität der Speichersysteme gestaltet ist. Bei großer Masse besteht eine hohe Pufferwirkung. Vorübergehende Änderungen könnten im Speicher Erdreich gut ausgeglichen werden.

750

Andererseits zeigt alleine das Masseverhältnis der Biosphäre bzw. Lebewesen auch schon, wie sensibel das irdische Leben ist. Dies ist jener Punkt, der uns in Zusammenhang mit unseren Beobachtungen besonders kritisch erscheint.

Jede energetische Umverteilung kennt Gewinner und Verlierer. Der vorläufige Gewinner des energetischen Verschiebungseffekts ist hier die Atmosphäre. Die Verlierer befinden sich im Bodenbereich. Sie betreffen das Bodenleben und die Wärme im Erdboden.

Wir haben die energetischen Änderungen hier durch Umrechnung auf Temperaturwerte abgeschätzt. Es sei noch einmal darauf hingewiesen, dass wir hier von einem abstrahierenden Gedankenexperiment ausgehen. Danach wird die gesamte Energiezufuhr auf die Luftsäule über dieser Fläche oder auf den Bodenbereich mit gleicher Masse umgelegt.

Natürlich verteilt sich dieser Erwärmungseffekt über das ganze Jahr. Vor allem aber wird diese Erwärmung durch die laufende Wärmeabgabe nach außen (ins leere Weltall) und durch Ausgleichsströmungen in Nachbarregionen begrenzt.

Diese rechnerischen Auswertungen sollen aber die Wichtigkeit der betroffenen Speichersysteme klarmachen. Sie zeigen, dass das Erdreich über eine wesentlich höhere Pufferkapazität verfügt als Luft. Das Erdreich könnte daher solaren Energieeintrag recht gut abpuffern, ohne dass es zu einer massiven Temperaturerhöhung kommt. Dabei ist auch zu bedenken, dass sich im Grenzbereich zwischen Luft und Erdreich in der Realität auch die Vegetationsschicht befindet.

Auch diese ist am Energieumsatz beteiligt, baut dabei Biomasse auf und kühlt durch Verdunstung. Die Kombination all dieser Effekte führt zu einer natürlichen Optimierung des Klimasystems.

Hier muss man auch noch die besondere Wärmespeicherfähigkeit von Wasser beachten. Wir sind bei unserem Gedankenexperiment von trockener Erde oder trockener Luft ausgegangen. Wasser aber weist eine besonders hohe Wärmekapazität auf. Das kommt auch in den Tabellen in Bild 12-20 zum Ausdruck. Denn die Temperaturerhöhung bei Wasser wäre viel geringer als für trockene Luft oder trockene Erde.

Sowohl im Erdreich als auch in der Atmosphäre ist in der Natur Wasser vorhanden. Damit verändert sich die Wärmekapazität im betroffenen Speicherbereich. Wasser ist besonders wichtig, um einen Temperaturanstieg zu verringern. In diesem Zusammenhang ist es extrem kritisch, dass alle unsere Beobachtungen vermuten lassen, dass durch technische Maßnahmen, insbesondere auch solche der Energiewende, die Luftfeuchtigkeit verringert wird! Das hätte mehrere fatale Konsequenzen!

Wasser spielt für die Wärmekapazität des betroffenen Speicherbereichs eine wichtige Rolle. Es ist aber auch entscheidend für den Wärmetransport zwischen den Speichersystemen. Hier spielt insbesondere die Kühlung des Bodenbereichs (Verdunstung aber auch Beschattung durch Wolken etc.) eine große Rolle. Denn

dies entlastet den für die Biosphäre maßgeblichen Bereich vor zu hohem Energieeintrag und damit der Überhitzung!

Wir haben also verschiedene Speichersysteme mit unterschiedlichen Übertragungsmechanismen und Speicherverhalten. Die natürliche Verarbeitung der eingestrahnten Solarenergie führt zu einem natürlichen klimatischen Ausgleich unter Nutzung der Zeitkomponente. Überschuss wird je nach Situation kurzfristig oder langfristig unterschiedlich eingelagert und in Zeiten des Mangels wieder abgegeben. Genau das kommt im uralten Prinzip von Saat und Ernte zur Geltung.

Betrachtet man diese natürlichen Ausgleichseffekte im Klimasystem der Erde, kann man eigentlich nur staunen über diese vorhandenen Sicherungssysteme. Selbstregulierende Mechanismen der Schöpfung sorgen dafür, dass die Biosphäre im geschützten Bereich bleibt.

Durch technische Solarflächen werden nun aber die natürlichen Energieflüsse durch die Speichersysteme geändert. Es kommt zu einer widernatürlichen Umverteilung der energetischen Belastung. Dies muss in der Folge Nebenwirkungen hervorrufen, die wieder neue Ausgleichsströmungen der Natur bedingen.

12.6.3 Der menschliche Irrtum

Während man über die natürlichen Selbstregulierungsmechanismen staunen darf, muss man erschrecken vor der menschlichen Selbstüberschätzung, die mit falsch konzipiertem Klimaschutz dann das natürliche Klimasystem durcheinanderbringt.

Die natürlichen Selbstregulierungsmechanismen werden beeinträchtigt und gestört. Ursache dafür ist die moderne menschliche Ungeduld. Die Zeitkomponente des modernen Menschen verfügt nicht mehr über eine „Ewigkeitsperspektive“, ja nicht einmal über die Perspektive eines Jahreslaufs und des ökonomischen Grundgesetzes von Saat und Ernte. Die Menschheit hat dieses Prinzip pervertiert in ein Prinzip von „ich will alles, ich will es gleich und ich will es immer“. Man könnte noch sarkastisch ergänzen mit „und es mir völlig egal was es kostet und von wem ich es mir hole!“

Energiewende und Klimaschutz sind in dieser Hinsicht auch Konstrukte eines pervertierten Wirtschafts- und Umverteilungssystems. Denn hier agiert man ebenfalls mit Umverteilungsprozessen ohne Beachtung der Nebenwirkungen und der Speichersysteme. Dies betrifft sowohl die Finanzierung dieser Monsterprojekte als auch die „Energiegewinnung“ selbst.

753

Denn die Energiegewinnung in Form von „erneuerbarer Energie“ erfolgt rein aus Umverteilungsprozessen in solaren Energieströmen. Insgesamt kennzeichnet die Energiewende damit ebenfalls die Zeitproblematik. Es werden Energieströme von Langzeitsystemen zu Kurzzeitsystemen umgeleitet. Dies führt unmittelbar zur Reduktion der klimatisch erforderlichen Pufferwirkungen! Damit schafft man aber erst so richtig jene Probleme, die man vorgibt lösen zu wollen.

Hintergrund ist ein falsches Grundverständnis der Ökonomie durch jene Eliten die sich völlig von der Realität abgehoben haben. Hier missachtet man zwei Grundgesetze: Zum einen das Grundgesetz von Saat und Ernte. Stattdessen denkt, handelt und propagiert man eher unter den Gesichtspunkten „Zuerst ernten wo man nicht gesät hat und damit scheinbar Gutes tun“.

Zum zweiten missachtet man aber auch die Grundgesetze der Energietechnik. Man sieht sich selbst gottgleich mit der Fähigkeit Energie aus dem Nichts zu schaffen. In Wirklichkeit kann man aber nur Energieströme neu umverteilen. Mit tödlichen Konsequenzen in jenen Bereichen, die bisher von dieser Energie versorgt wurden. Mit vorerst scheinbarem Gewinn in jenen Bereichen, wo man die nutzbare Energie hin lenkt.

Nun sind das Universum und die hier geltende Physik leider völlig unbestechlich. Hier herrscht auch keine Demokratie mit der Möglichkeit von Mehrheitsentscheidungen. Stattdessen handelt es sich um eine Art Theokratie, die von der Gier der Menschen unbeeindruckt bleibt und ihre Grundgesetze weiter aufrechterhalten wird. Diese ewige Gültigkeit „himmlischer Gesetze“ könnte uns dabei durchaus auch an den Satz „Siehe, das Reich Gottes ist mitten unter Euch“ erinnern. Das war, laut dem Lukas-Evangelium, die Antwort Jesu auf die Frage der Pharisäer, wo denn sein Himmelreich wäre.

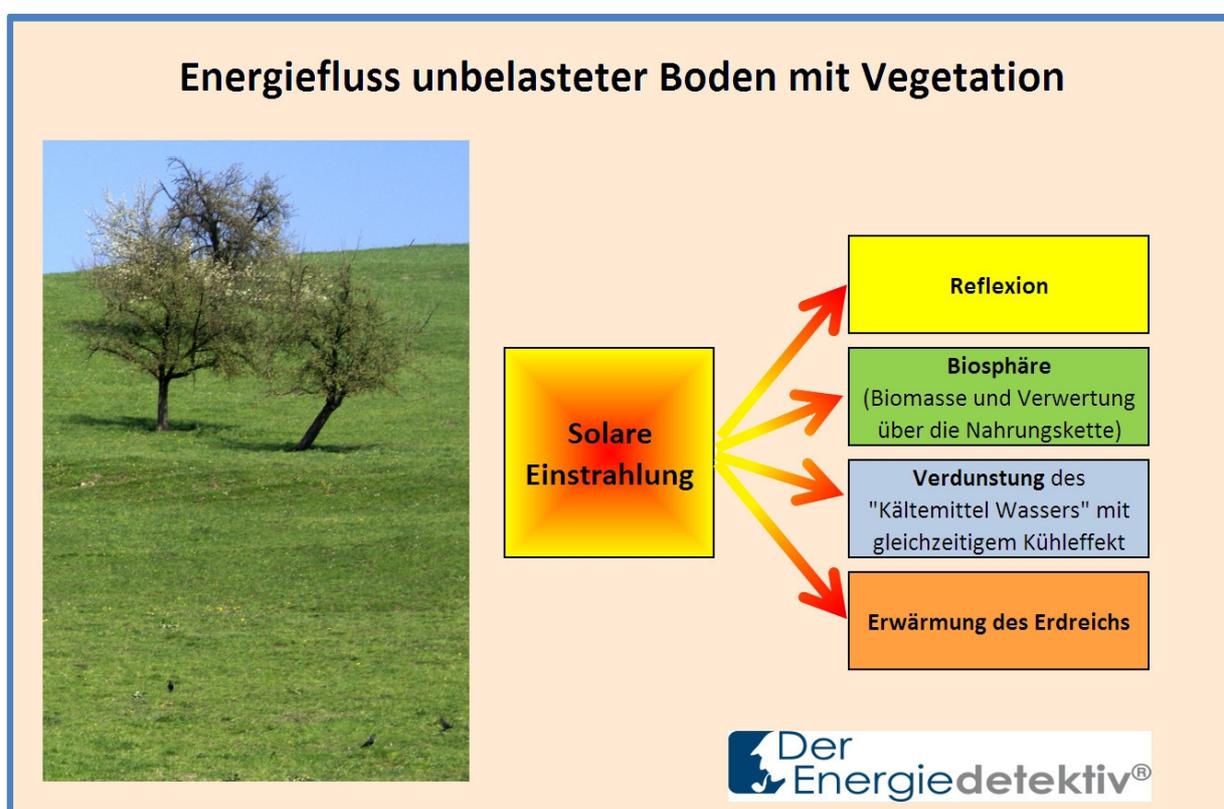
Egal ob man nun an Gott glaubt oder nicht: die Erfahrungstatsache, dass im irdischen Klimasystem unabänderliche Naturgesetze gelten, kann kein Gesetzgeber per Dekret aus der Welt schaffen.

Es bedarf somit keiner großen Phantasie oder prophetischen Gabe, um zu begreifen, dass aufgrund der Umverteilung im Klimasystem andere Ausgleichsströmungen entstehen werden. Diese kann man im Klimasystem sozusagen als ein Notprogramm gegen den widernatürlichen menschlichen Eingriff verstehen. Erst diese Situation führt dann zu einer für die Menschheit wirklich gefährlichen Entwicklung. Die einzige sinnvolle Gegenreaktion wäre, möglichst rasch sich wieder den tatsächlichen physikalischen Gegebenheiten anzupassen. Das bedeutet nichts anderes, als zu einem schöpfungskonformen Wirtschafts- und Gesellschaftsmodell zurückzukehren.

12.6.4 Solare Umverteilung im Klimasystem

Wir müssen also feststellen, dass die direkte technische Nutzung von Solarenergie zu Umverteilungseffekten führt, die den bisherigen Zustand im Klimasystem und der Biosphäre beeinträchtigen.

Der wesentliche Unterschied der Energieströme wird in den Bildern 12-21 und 12-22 gezeigt. Ohne Solarmodul wird die direkt eingestrahlte Solarenergie in mehrere Speicher verteilt. Dabei wird übrigens auch CO₂ aus der Atmosphäre entnommen und in der Biomasse zwischengespeichert. Dies ist mit der Nutzungsänderung dann nicht mehr in dieser Form möglich.



755

Bild 12-21: Die Umsetzung des solaren Energieflusses erreicht bei unbelastetem, bewachsenem Boden mehrere unterschiedliche Speichersysteme. Damit ist eine gute zeitlich ausgleichende Wirkung gegeben

Durch das Solarmodul erfolgt nun primär eine Wärmebelastung der Luft. Die in der Solaranlage gewonnene Nutzenergie wird in der Folge an einem anderen Ort verwendet. Dabei handelt es sich bei Photovoltaikanlagen um elektrische Energie. Der Strom betreibt dann an anderer Stelle eine Glühbirne, eine LED oder vielleicht einen Computer. Letztlich wird aber diese Nutzenergie wieder in Form von Wärme an die Umgebung abgegeben.

In den allermeisten Fällen wird davon auch wieder die Luft erwärmt werden. Allerdings ist denkbar, dass die Abwärme aus der Nutzung auch beispielsweise im Boden landet. Das wäre zum Beispiel bei einer elektrischen Fußbodenheizung zumindest teilweise der Fall.

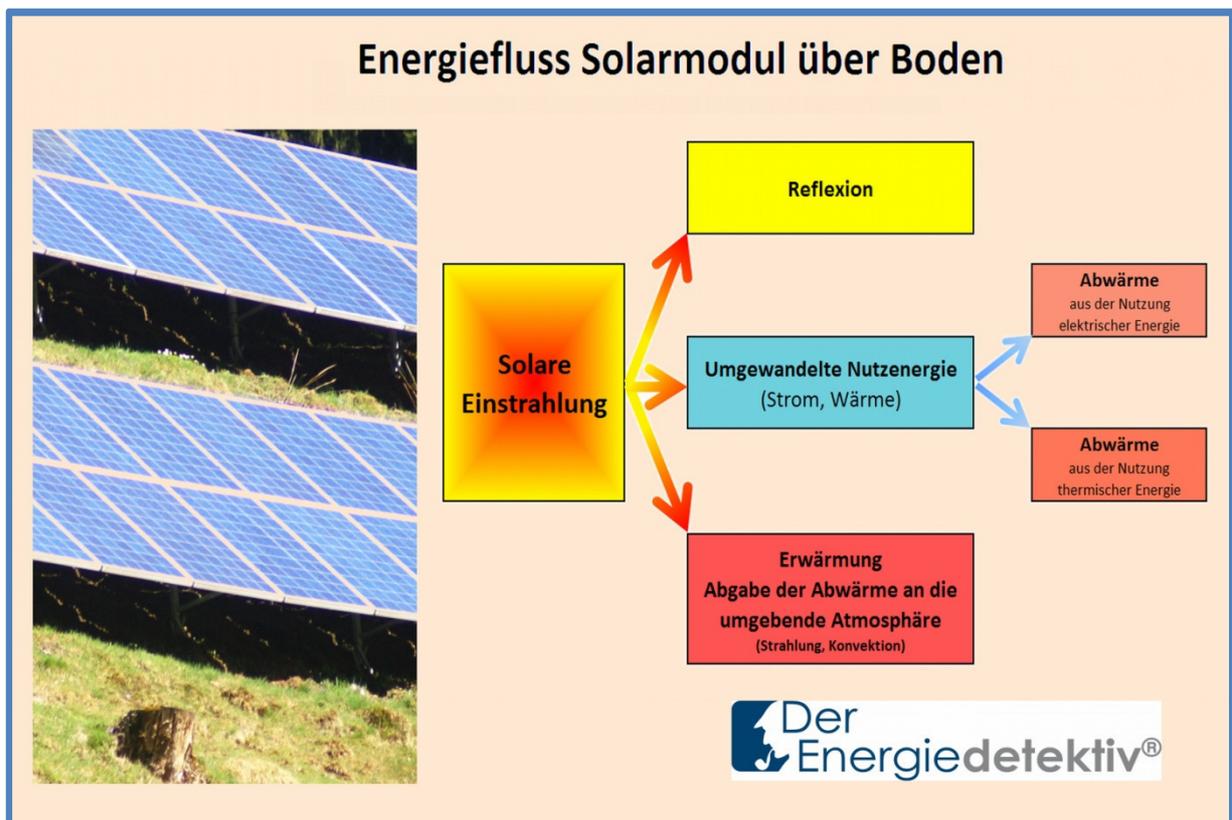


Bild 12-22: Die Umsetzung des solaren Energieflusses erreicht bei einer Solaranlage mit entsprechendem Abstand zum Boden vor allem die Umgebungsluft bzw. Atmosphäre und wird zeitlich sofort wirksam; eine ausgleichende Wirkung fehlt

Die Abgabe der Abwärme aus einer elektrischen Nutzenanwendung wird in den allermeisten Fällen mit sehr geringer Zeitverzögerung wirksam werden. Bei elektrischen Anwendungen ist derzeit sehr selten eine längere Zwischenspeicherung

gegeben. In manchen Fällen wird direkt Wärme als Solarwärme erzeugt. Diese Wärme wird üblicherweise zwischengelagert. Dabei handelt es sich aber meist um Kurzzeitspeicher wie bei der Warmwasserbereitung üblich. Auch die meisten thermischen Solaranlagen für die Raumwärmeversorgung haben nur ein recht begrenztes Volumen. Damit bleibt der Zeithorizont für die Wirksamkeit der Abwärme in der Umwelt sehr gering. Allerdings wäre bei derartigen Anwendungen prinzipiell auch eine saisonale Speicherung möglich und sinnvoll.

Das fatale an dieser Situation ist derzeit, dass die gesamte Abwärme zuerst die Luft belastet und nicht über verschiedene Wege abgearbeitet wird. Das Fehlen der Pufferwirkung der Langzeitspeicher Erdreich und Biosphäre muß daher zwangsweise zu klimatischen Änderungen führen. In unserer Beurteilung sind wir zuerst von statischen Verhältnissen ohne Energieabgabe nach außen oder an Nachbarzonen ausgegangen.

Natürlich kommt es bei hoher Temperaturbelastung der Luft schnell zu stärkeren Strömungen. Erst die so resultierenden Ausgleichsströmungen (Wind, Sturm, Schneeschmelze, Niederschläge, Gewitter etc.) führen dazu, dass die in heiße Luft umgesetzte Solarenergie schließlich auf Umwegen den Erdboden erreicht. Dies allerdings unter vermutlich widrigeren Umständen, weil z.B. die Speicherfähigkeit für Niederschläge bei längerer Trockenheit und Dürre geändert bzw. beeinträchtigt sein könnte.

Der Boden kann auch in unseren Breiten steinhart und rissig werden. Die Wasseraufnahme ist damit massiv geändert. Wasser führt an der verhärteten Oberfläche zu Überschwemmungen oder strömt rasch in tiefere Schichten. Dies verstärkt negative Effekte auf Vegetation und Wasserabfluss. So könnte ein Teufelskreis entstehen, der den Vegetationsbereich weiter schädigt (vergl. Bild 12-23 bis 12-24). Aber nicht nur ein zeitlicher Verschiebungseffekt könnte gegeben sein, sondern insgesamt eine geänderte Verteilung. Es könnte dazu führen, dass manche bisher unbelastete Regionen nun eine höhere Belastung erhalten oder auch umgekehrt. Wie wir weiter unten noch sehen werden, gibt es durchaus auch bei anderen Nutzungsarten erneuerbarer Energie beunruhigende Effekte, die ebenfalls in diese Richtung führen könnten. Problematisch dürften dabei sich eventuell gegenseitig unterstützende Nebenwirkungen sein.



Bild 12-23 und 12-24: Boden nach Trockenperiode im Frühjahr 2017 in Südösterreich. Der Niederschlag der letzten 30 Tage betrug nur etwa die Hälfte des Normalwertes (27 mm statt 50 mm). Die Bodenspalten sind 11 mm breit und bis ca. 85 mm tief. Bei solchen Böden ändern sich dann auch die Abflussverhältnisse

Die zunehmenden Extremereignisse im Frühjahr sind ein Indiz für Änderungen im Klimageschehen. Verfrühte Schneeschmelze oder lange warme Perioden mit Trockenheit im Frühjahr sind in manchen Regionen zu beobachten. Allerdings könnten unsere bisherigen Vermutungen und Maßnahmen in die völlig falsche Richtung führen. Jene Maßnahmen, die wir gegen den Klimawandel ergreifen, könnten den beobachteten Klimawandel selbst fördern.

Das Beunruhigende an der hier geschilderten Situation der geänderten Energieflüsse ist, dass nicht nur die Wärme überwiegend in den Kurzzeitspeicher Luft verlagert wird. Es wird gleichzeitig auch der Stofffluß für das „Kältemittel Wasser“ der irdischen Klimaanlage geändert. Damit wird zusätzlich in einen zweiten wesentlichen Teilbereich des Klimasystems eingegriffen. Die Folgewirkungen können dabei noch bedeutender sein, als die reine Temperaturbelastung. Denn Verschiebeeffekte beim Wasser betreffen immer auch die Kühlfunktion der Verdunstung am Boden. Auch der Aufbau von Biomasse als energetischer Zwischenspeicher hängt essentiell von der Verfügbarkeit von Wasser ab. Wir müssen daher davon ausgehen, dass die Summe aller Nebenwirkungen viel bedeutender sein kann, als sie derzeit direkt (zum Beispiel im Schattenbereich von Solaranlagen) nachweisbar ist.

Dass die Schneeschmelze betroffen sein könnte, ergibt sich aus einer recht einfachen Überlegung: ein Quadratmeter Solarfläche kann (ohne Wärmeabgabe nach außen) die gesamte trockene Luftsäule über dieser Fläche um 304 Kelvin erwärmen. Verteilt man diesen Effekt auf eine größere Bodenfläche, beispielsweise auf 100 m², könnte die gesamte trockene Luftsäule über dieser 100 m² großen Fläche um 3,03 Kelvin erwärmt werden. Man könnte ebenso sagen, dass die Abwärme aus ein Quadratmeter Solarfläche auch die gesamte trockene Luftsäule über einer 303 m² großen Fläche um 1 Kelvin erhöhen könnte. Damit wird hinsichtlich der Wirkung der Verlustwärme aus Solaranlagen das in Bild 12-17 dargestellte Szenario durchaus realistisch. Zumal in solchen Regionen oft große Solarflächen mit öffentlicher Förderung errichtet wurden.

Wir wollen uns nun für das Musterland der Energiewende, für Deutschland noch den Gesamteffekt ansehen. Denn man könnte ja nun meinen, in Anbetracht des großen Unterschieds zwischen der Staatsfläche und der Fläche der Solarmodule relativiert sich der Verschiebungseffekt in den Speichersystemen.

12.6.5 Gesamtbilanz der energetischen Umverteilung am Beispiel Deutschland

Die vereinfachte statische Energiebilanz pro Quadratmeter wird nun auf die gesamte Modulfläche Deutschlands umgerechnet. Ausgangsdaten zu den Photovoltaikanlagen in Deutschland wurden aus [12-21] entnommen. Der erwärmende Einfluss der Nutzenergie wird bei dieser Berechnung auch der Atmosphäre zugerechnet. Dies unter der Annahme, dass der erzeugte elektrische Strom ausschließlich dem Inlandsverbrauch zuzuordnen ist. Statische Verhältnisse mit trockener Luft und trockenem Erdreich werden wie oben erläutert vorausgesetzt. Wir gehen auch davon aus, dass die energetische Umverteilung überall wie bei Freiflächenanlagen erfolgt. Wir berücksichtigen daher nur den energetischen Umverteilungseffekt direkt zwischen Boden und Atmosphäre.

Diese vereinfachte Berechnung der Verschiebungseffekte führt zu beachtlichen Änderungen im Klimasystem. Geht man vom derzeitigen Ausbaustand der Photovoltaik aus, reicht dieser Verschiebungseffekt in unserem Modell aus, um die gesamte Luft über dem gesamten Staatsgebiet von Deutschland um 0,29 Grad bzw. Kelvin zu erwärmen.

760

Andererseits erreicht diese Energie nun nicht mehr direkt die Energiespeicher Erdreich und Biosphäre. Hier wollen wir aber umgekehrt den Effekt auch zumindest auf den Erdboden in Form eines Temperaturwertes beziffern. Diesem Bereich wird ja nun die Sonnenenergie vorenthalten. Wenn wir auch hier wieder von einer Masse von 10.000 kg ausgehen, ergibt sich eine Temperaturabnahme im Bodenbereich um ca. 0,35 Grad.

Mit anderen Worten, alleine die derzeit schon vorhandene Solarfläche führt bereits zu einem großen Umverteilungseffekt. Sie bringt eine energetische Verschiebung zwischen den Speichern, die einer Zunahme der Temperaturdifferenz um mehr als 0,6 Grad entspricht.

Geht man aber gar von der geplanten Modulfläche von 1.000 km² aus, so ergeben sich Änderungen bei der Lufttemperatur von ca. einem Grad und im Bodenbereich von ca. 1,2 Grad. Bei all diesen Modellen verliert das Erdreich Energie und kühlt ab. Die Luftmassen hingegen werden stärker erwärmt. Die im Klimaschutz propagierte

Erderwärmung entpuppt sich dann als Atmosphärenwärmung und Erdabkühlung. Durch diese energetische Verschiebung käme es zu Ausgleichseffekten, die den unnatürlichen Zustand wieder auszugleichen versuchen. Das wahre Maß des Klimawandels ist daher die Änderung der Temperaturdifferenzen zwischen den einzelnen Speichersystemen. Nicht eine „Globale Erwärmung“ um ein, zwei oder fünf Grad. Eine solche globale langsame Erwärmung würde ja gar nicht zu den in der Energiewende-Propaganda beliebten Katastrophenszenarien führen. Im Gegenteil, es wäre das die vermutlich bequemste Art eines Klimawandels. Da dank einer globalen, also möglichst gleichmäßig verteilten Erwärmung über einen langen Zeitraum keine neuen Temperaturdifferenzen zwischen den Speichersystemen entstehen, die neue bzw. heftigere Ausgleichseffekte erfordern.

Unser Modell zeigt hingegen durchaus beachtliche Änderungen, die hier kurzzeitig stattfinden. Durch Verschiebung der Energieströme kommt es zu einer Verschiebung der Temperaturzustände in den relevanten Speichersystemen. Die Luft wird wärmer, der Erdboden aber entsprechend kälter. Problematisch ist dabei die Zunahme der Temperaturdifferenz. Und diese wäre in unserem Gedankenexperiment beim Ausbauszenario der Photovoltaik 2,2 Kelvin bzw. Grad.

761

Dabei ist zu beachten, dass die Gesamtenergie dennoch konstant bleibt. Lediglich die Verteilung auf unterschiedliche klimatische Speichersysteme wurde geändert. Auch muß man dabei die jeweils betroffenen Schichtdicken bedenken. Die erwärmte Luftmasse betrifft die gesamte Atmosphäre über Deutschland. Der relevante Bereich im Erdboden jedoch nur eine wenige Meter dicke Schicht.

Wirklich entscheidend ist jedoch die Grenzfläche zwischen diesen beiden Bereichen. Denn nur hier, an dieser Grenzschicht, ist dauerhaft Leben möglich. Und genau hier wird der Klimastress größer! Wir haben versucht in Bild 12-25 die Verhältnisse übersichtlich als Schema darzustellen.

Unser Modell zur Verdeutlichung der Umverteilung von Solarenergie in die einzelnen Speicher beruht auf statischen Zuständen ohne weitere Ausgleichseffekte. Wir beschreiben dabei vereinfachend mit Temperaturwerten die gegebene Änderung. Tatsächlich finden natürlich dann laufend aufgrund geänderter Energiezustände in den Speichersystemen neue Ausgleichsbewegungen statt.

Diese Erhöhung der Temperaturdifferenz ist nun für Ausgleichsströme entscheidend. Sie ist aber auch für das bodennahe Leben entscheidend. Denn dieses sieht sich nun einem deutlich höherem Stress gegenüber. Gesund wird das sicher nicht sein.

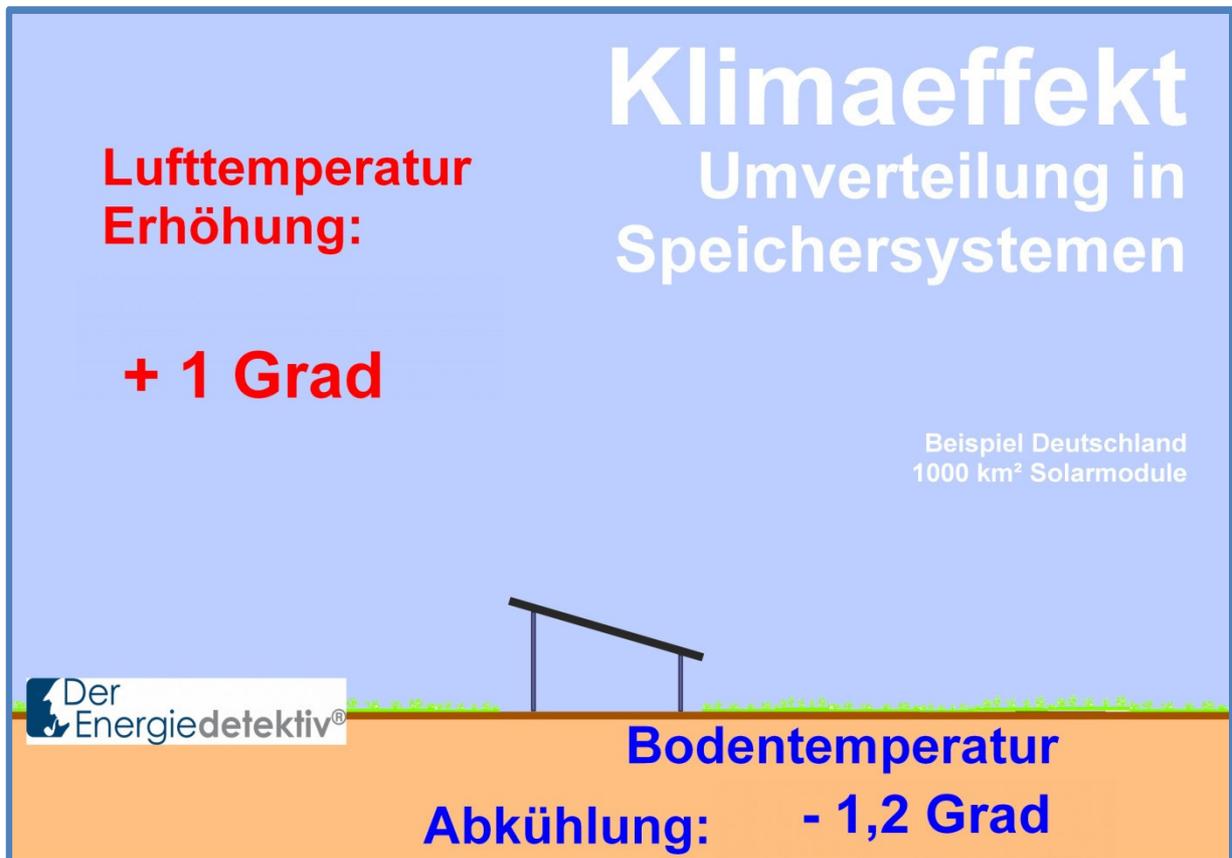


Bild 12-25: Nur die Umverteilung der Energieflüsse in unterschiedliche Speichersysteme kann bereits wesentliche klimatische Änderungen hervorrufen. Dies zeigt unsere Modellrechnung für Deutschland (Ausbauszenario Photovoltaikanlagen)

Diese Stressfaktoren und neuen Ausgleichsströmungen sind nun zeitlich und örtlich anders, als die bisherigen Austauschvorgänge zwischen den Speichern. Das bedeutet, dass alle Ausgleichsvorgänge zwischen Speichersystemen wie Wind, Niederschlag, Verdunstung, Wasserkreislauf, Wachstum von Biomasse etc. davon betroffen sein können. Diese Ausgleichsströmungen können dabei sowohl scheinbar harmlos aussehen, beispielsweise durch Absterben von Biomasse in einzelnen Bereichen. Sie könnten aber auch Katastrophenszenarien wie Orkane, Tornados, Überschwemmungen, Buschbrände etc. betreffen. Soweit wir dies derzeit bewerten können, könnten all die in den Medien dargestellten Horrorszenarien des Klimawandels auch auf solche Umverteilungseffekte zurückführbar sein.

Die Katastrophenszenarien benötigen nicht notwendigerweise eine Zunahme der Gesamtenergie im irdischen Klimasystem. Es reicht aus, wenn es zu Verschiebungseffekten zwischen den klimarelevanten Speichersystemen kommt. Dabei kann die Gesamtbilanz faktisch konstant bleiben. Die Energieeinträge in die unterschiedlichen Systeme haben sich nur geändert. Das führt dann zu geänderten Ausgleichsströmungen.

Tatsächlich ist für solche Verschiebungseffekte eine Zunahme von Katastrophenereignissen durchaus wahrscheinlicher, als für eine langsame globale Änderung. Wenn das gesamte irdische Klimasystem über mehrere Jahrhunderte langsam mehr an Energie aufnimmt, dann würde dies vermutlich kaum zu wahrnehmbaren Katastrophenereignissen führen. Denn die Zunahme der energetischen Belastung erfolgt langsam und gleichmäßig verteilt. Damit dürften auch keine neuen und katastrophalen Ausgleichsströmungen entstehen.

Wird hingegen im Klimasystem die Verteilung willkürlich und rasch geändert, dann ist jedenfalls mit Gegenreaktionen und neuen Ausgleichsströmungen zu rechnen. Diese könnten dabei Katastrophenszenarien hervorrufen. Man könnte es allgemein verständlicher mit folgendem Vergleich illustrieren:

Nehmen wir an, wir haben zwei hungrige Personen, von denen jeder nur einen Apfel hat. Wenn Sie jetzt jedem der beiden einen zusätzlichen Apfel geben, ergibt das nur Freude, aber sicher nicht Streit, Mord oder Totschlag. Der Friede ist gesichert.

Nehmen wir nun aber an, wir haben zwei hungrige Personen, von denen jeder nur einen Apfel hat. Jetzt wird einem der beiden der Apfel weggenommen. Den bekommt nun die andere, daneben stehende Person. Bei diesen zwei hungrigen Menschen hat jetzt einer zwei Äpfel und der andere gar keinen Apfel. Wird in dieser Situation dann auch Freude herrschen und der Friede gesichert sein? Oder kommt nun doch irgendwo Ärger auf? Könnte das schlimmstenfalls zu Streit, Mord oder Totschlag führen?

Bitte beachten Sie: im ersten Fall hat sich die Gesamtmenge verdoppelt und Friede und Freude waren gesichert! Im zweiten Fall hat sich die Gesamtmenge überhaupt nicht geändert, aber die Verteilung ist willkürlich geändert worden. Einer hat nun

alles, der andere gar nichts. Solche zwischenmenschliche Katastrophenszenarien entstehen aus Umverteilungseffekten, aber nicht aus zusätzlichen Gewinnen! Wir meinen, dass ein ähnlicher Effekt auch im Klimasystem durchaus gegeben sein könnte. Im Zuge der Energiewende ist dies heute offenbar der Fall. Wir haben dies am Beispiel der Solarflächen zu verdeutlichen versucht. Wir werden ähnliches aber auch an anderen Maßnahmen der Energiewende noch zeigen. Diese Effekte sind für uns beunruhigend bzw. alarmierend.

Dabei wird der aufmerksame Leser aber auch feststellen, dass ähnliche Vorgänge auch schon vor der Energiewende durch andere technische Maßnahmen vorhanden waren. So haben wir ja schon auf die Bedeutung des Straßenbaus hingewiesen. Es gibt viele andere ähnliche Effekte, die durchaus in der Vergangenheit schon zu Änderungen in den Speichersystemen geführt haben könnten. Mit der Energiewende wird dies nun noch deutlich verschärft. Hier wird aber gleichzeitig durch den gut dokumentierten Ausbau auch der Effekt einfach nachvollziehbar und berechenbar. Rechnet man diese Effekte durch, dann stellt man beachtliche Umverteilungseffekte fest. Wir gehen davon aus, dass diese bereits ausreichen, um Klimaänderungen hervorzurufen. Derzeit können wir keinen Grund erkennen, warum dies nicht der Fall sein sollte.

An dieser Stelle möchten wir noch einen rechnerischen Punkt ergänzen. Die Zunahme der CO₂ Konzentration ist ja bekannt. Sie wird durch ein Ansteigen von vielleicht 280 auf 400 ppm als Auslöser einer Klimakatastrophe gesehen. Man kann in ähnlicher Weise die klimatisch relevanten Umverteilungseffekte durch Photovoltaikanlagen angeben. Vor 50 Jahren gab es noch keinerlei Photovoltaikflächen in Deutschland. Der Anteil an der Gesamtfläche war also 0 ppm. Derzeit wird die gesamte PV-Fläche in Deutschland mit 300 km² angegeben. Dies entspricht, bezogen auf die Staatsfläche, immerhin rund 840 ppm. Im Ausbauszenario soll die PV-Gesamtfläche 1.000 km² betragen. Dies wäre dann 2.798 ppm der Staatsfläche. Mit welcher logischen Begründung sollten wir nun annehmen, dass eine rasche Änderung der Absorptionsflächen von 0 auf beinahe 3.000 ppm keinen Effekt auf das Klima hat? Hingegen aber eine über wesentlich längere Zeit erfolgte Zunahme von 280 auf 400 ppm eine Klimakatastrophe auslöst? Dies ist eine wirklich spannende Denksportaufgabe für jedermann der statt simulieren noch rechnen und nachdenken kann!

12.6.6 Das Zerstörungspotential der Ausgleichsströmungen

Wir haben im vorhergehenden Modell die Auswirkungen aufgrund von statischen Verhältnissen dargestellt. Hier kommt es zu einer durchaus beachtlichen Temperaturänderung. Die Atmosphäre wird wärmer, der Bodenbereich kühler. Ein solcher Zustand führt natürlich zu neuen bzw. zusätzlichen Ausgleichseffekten.

Diese werden beispielsweise als Wind, Sturm oder Niederschläge merkbar werden. In diesem Zusammenhang darf man nicht übersehen, dass nicht die jeweilige Temperaturänderung das Problem ist. Stattdessen ist die treibende Kraft für die Ausgleichsströmungen die entstehende Temperaturdifferenz. Erst energetische Potentialunterschiede führen zu Ausgleichsvorgängen. Diese sind der natürliche Weg der Natur einen möglichst ausgeglichenen Energiezustand herzustellen.

In diesem Zusammenhang muss man auch darauf hinweisen, dass Katastrophenszenarien erst entstehen, wenn größere Potentialunterschiede zeitlich oder regional eng nebeneinander vorkommen. Dann kommt es zu katastrophenartigen Ausgleichsvorgängen. Ein gleichmäßiger lauer Wind über längere Zeit ergibt keine Katastrophe. Ein relativ kurzer Tornado kann hingegen ein wesentlich höheres Zerstörungspotential aufweisen. Dabei mag dessen Energiegehalt sogar geringer sein.

765

Gefährlich sind daher Ausgleichsströmungen, die aufgrund starker regionaler Unterschiede entstehen. Dies ist insofern von Bedeutung, als ein langsamer kontinuierlicher Temperaturanstieg weniger gefährlich ist, als die Erzeugung starker lokaler Temperaturdifferenzen.

Die als „Global Warming“ bezeichnete Gefahr eines weltweiten Temperaturanstiegs dürfte damit geringer sein, als die Gefahr der Erzeugung hoher Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht oder Boden und Luft an begrenzten regionalen Stellen. Der globale Anstieg der CO₂ Werte verläuft über lange Zeiten und ist eben global verteilt. Damit bilden sich neu entstehende Ausgleichsströmungen ebenfalls langsam über längere Zeiten. Die globale Verteilung der CO₂ Werte selbst sorgt von sich aus bereits zur Verringerung lokaler Unterschiede. Damit wäre für solche langfristig und global verteilte Änderungen von

einer geringeren Katastrophenwirkung auszugehen, als wenn in kurzer Zeit und lokal konzentriert vergleichbare Änderungen vorgenommen werden. Deshalb erachten wir die lokal konzentrierte Nutzung von Formen der Solarenergie für wesentlich anfälliger für katastrophale Nebenwirkungen. Eine regional und zeitlich hoch konzentrierte Potentialänderung der Energiezustände in den klimarelevanten Speichersystemen ist vermutlich weit gefährlicher als der Langzeitanstieg der CO₂-Werte.

In unserer Untersuchung zur Energiewende haben wir mehrere Faktoren identifiziert, die auf die zeitliche und lokale Verteilung der Energiepotentiale Einfluss nimmt. Die Nutzung von Solaranlagen über Freiflächen führt zur Erhöhung der Temperaturdifferenz zwischen Atmosphäre und Boden. Bild 12-25 zeigt als Abschätzung eine Zunahme der Lufttemperatur um 1 Grad und eine Abnahme der Bodentemperatur um 1,2 Grad.

Das bedeutet aber, dass die Temperaturdifferenz an der Grenzschicht um 2,2 Grad bzw. Kelvin zugenommen hat. Die mittlere Temperatur liegt allerdings im Bereich von ca. 9 bis 10°C. Auf diesen Wert bezogen bedeutet eine Temperaturdifferenz von 2,2 Grad eine durchaus sehr starke Temperaturdifferenz.

Denn für das irdische Klimageschehen am Boden ist tatsächlich die Frostgrenze entscheidend und nicht der absolute Nullpunkt. Hier sind die Verhältnisse wie in einer Klimaanlage immer bestimmt durch das Kältemittel und dessen nutzbaren Bereich zwischen Eis und Dampf!

Wir erkennen also aus dieser modellhaften Abschätzung ein durchaus hohes Potential für neue Ausgleichsströmungen zwischen den Speichern. Allerdings ist dieses Modell nur dazu geeignet, dem Leser zu verdeutlichen, dass es sich um durchaus relevante Änderungen im Klimageschehen handelt.

Die Änderungen in der Energieverteilung führen immer zu Ausgleichsströmungen. Das bedeutet, die Natur versucht die widernatürlichen Umverteilungen der Energieströme wieder auszugleichen. Will man die möglichen Folgewirkungen abschätzen, dann muss man statt der statischen Temperaturwerte die umverteilten Energiemengen ermitteln.

Dies wurde weiter oben schon versucht (vergl. Bild 12-18). Es erfolgt eine Umverteilung des solaren Energiestroms von 843,8 kWh/a in Form von Abwärme an die Umgebungsluft bzw. Atmosphäre. Weitere 137,4 kWh/m²a werden als Nutzenergie an anderer Stelle in Abwärme verwandelt. Es ist damit insgesamt eine Verschiebung von 981,2 kWh/m²a gegeben.

Beim derzeitigen Ausbau der Photovoltaik in Deutschland betrifft dies eine Fläche von 300 km². Im Endausbau soll die Gesamtfläche 1.000 km² betragen. Damit ergibt sich folgender Verschiebungseffekt:

Deutschland – aktuell: $300 \text{ km}^2 * 981,2 \text{ kWh/m}^2\text{a} = 300 * 10^6 * 9,812 * 10^5 \text{ Wh/m}^2\text{a} = 2,9436 * 10^{14} \text{ Wh}$. Das entspricht nun einer Gesamtenergie von 294,36 TWh. Angegeben in Joule wären dies. $1,0597 * 10^{18} \text{ J}$ bzw. 1.059,7 PJ.

Geht man vom geplanten Endausbau für Deutschland aus, dann wären 1.000 km² Fläche für Solarpaneele zu berücksichtigen. Dies würde bedeuten, dass etwa $3,53 * 10^{18} \text{ J}$, somit 3.532,3 PJ umverteilt werden.

767

Diese umverteilte Wärmemenge würde nun zu neuen Ausgleichsströmungen führen. Es handelt sich dabei um durchaus beachtliche Energiemengen, die auch das Potential für stärkere Ausgleichsströmungen in sich bergen. Zumal die Verschiebung der solaren Energieströme ja weder geographisch noch zeitlich gleichmäßig verteilt wäre.

Es ist nun schwer, das dahinter steckende Potential der Ausgleichsströmungen verständlich zu machen. Dazu bedarf es allgemein verständlicher Bilder im Gegensatz zu den großen, aber menschlich schwer zu bewertenden Zahlen.

Wir wollen es mit folgendem Vergleich versuchen: am 6. August 1945 wurde die erste Atombombe über der Stadt Hiroshima gezündet. Das Bild von den immensen Zerstörungen und Toten ist jedermann bekannt. Etwa 80.000 Menschen starben sofort. Der amerikanische Präsident Harry S. Trumann bezeichnete die freiwerdende Explosionsenergie als die Kraft, aus der die Sonne ihre Macht bezieht [12-40]. Diese erste Atombombe setzte eine Energie von 56 Terrajoule frei [12-41].

Im Vergleich dazu beträgt die aktuell in Deutschland durch Photovoltaikflächen umverteilte Sonnenenergie etwa das 18.900-fache. Im angestrebten Endausbau würde es übrigens etwa 63.076 Hiroshima-Bomben entsprechen.

Allerdings sind die Zeiträume völlig unterschiedlich. Die Atomexplosion setzt innerhalb sehr kurzer Zeit ihre Energie frei, während der angegebene Wert die jährlich umgesetzte Energie betrifft. Wegen der jahreszeitlichen Schwankungen würde im Maximum an starken Sonnentagen aber im Endausbau etwa pro Minute eine „Bombenenergie“ umgesetzt.

Auch wenn es schwer ist, das Potential der energetischen Umverteilung zu verdeutlichen, kann vielleicht dieser Vergleich helfen, die Situation etwas verständlicher zu machen. Andere Vergleichsgrößen können Sie sich werter Leser selbst aus der zitierten Quelle [12-41] nach eigenem Verständnis heraus suchen.

Dabei empfehlen wir besonders die Situation durchzurechnen, bei der die gesamte Energieversorgung der Menschheit in Zukunft nur über Photovoltaikanlagen erfolgen würde. Denn diesen Effekt kann man ebenfalls abschätzen.

768

Laut Wikipedia beträgt der Primärenergieverbrauch der Menschheit $508 \cdot 10^{18}$ Joule (s. Angabe bei „Exajoule“ in [12-41]). Heute basiert dieser Energieverbrauch auf fossilen Energieträgern und Nuklearenergie. Nehmen wir an, in Zukunft können wir darauf verzichten. Der Energieverbrauch der Welt wird dann nur aus Photovoltaikanlagen gedeckt. Wenn wir fürs erste den Unterschied zwischen Primärenergie und Nutzenergie vernachlässigen, dann kommen wir zu folgender Abschätzung für den gesamten Verschiebungseffekt (entsprechend Bild 12-18).

$$Q_{\text{verschoben}} = 508 \cdot 10^{18} \cdot 981,2/137,4 = 3,6277 \cdot 10^{21} \text{ J/a}$$

Die Hiroshima-Bombe ist in der genannten Literaturstelle mit 56 TJ angegeben (s. Absatz Terrajoule bei [12-41]). Der errechnete Wert würde also dem Energieumsatz von ca. 64,7 Millionen Hiroshima-Bomben entsprechen. In dieser Höhe liegt der jährliche Verschiebungseffekt, der den solaren Energiestrom nun ändert. Durchschnittlich wären das 2 Atombomben pro Sekunde!

Ständig würde in unserem Klimasystem eine derart hohe Änderung der Energieströme erfolgen. Jahrein und Jahraus käme es zu gigantischen Verschiebungen im irdischen Klimasystem. Bereits nach 10 Minuten entspricht der Verschiebungseffekt mehr als 1.000 Atombomben wie in Hiroshima.

Angesichts dieses hohen Zerstörungspotentials scheint es tatsächlich irrelevant den aktuellen Unterschied zwischen Primärenergie und Nutzenergie noch zu berücksichtigen. Der Vergleich zeigt an dieser Stelle schon ganz deutlich, dass es völlig unmöglich ist, den derzeit gegebenen Energieverbrauch über Photovoltaik abdecken zu wollen.

Grundlegende physikalische Kenntnisse und ein wenig Rechenarbeit beweisen sofort, dass dies nicht möglich ist. Das irdische Leben wäre massiv gefährdet. Es würden ständig heftigste Ausgleichsströmungen versuchen die menschengemachte Störung im irdischen Klimasystem zu beseitigen. Klimaschutz auf eine solche Art und Weise würde den Untergang der Menschheit garantieren!

Mit diesem Vergleich wollen wir darauf hinweisen, dass es sich keineswegs um vernachlässigbare Energiemengen handelt, die hier umverteilt werden. Die Folgeeffekte sind schwer abschätzbar, allerdings sicher nicht unbedeutend.

Zumal weitere Faktoren hinzukommen. Es dürfte zumindest zu kurzzeitigeren Akkumulationseffekten kommen, bevor dadurch Ausgleichseffekte hervorgerufen werden. Zum anderen werden wir noch sehen, dass eine größere Anzahl weiterer Umverteilungseffekte besteht. Auch innerhalb dieser unterschiedlichen Umverteilungseffekte dürfte es zur gegenseitigen Unterstützung der Maxima kommen.

Es ist daher zu befürchten, dass sich viel größere Umverteilungseffekte im Klimasystem ergeben, als uns allen derzeit bewusst ist. Die Nutzung sogenannter „erneuerbarer Energie“ führt auf jeden Fall zur Umverteilung von klimarelevanten Energieflüssen. Dies dürfte aufgrund der von uns vorgelegten Dokumente bzw. Bilder unbestreitbar sein.

Die daraus resultierenden neuen Ausgleichseffekte könnten dann bedeutendes zerstörerisches Potential ergeben. Unwetterkatastrophen aufgrund der Umverteilungseffekte erscheinen uns durchaus möglich, ja sogar wahrscheinlich. Auch wenn unsere Modellrechnung mit gewissen vereinfachenden Annahmen arbeiten musste, so zeigen die hier gezeigten Modellrechnungen doch recht klar, welches Potential an schädigenden Nebenwirkungen durch die sogenannte erneuerbare Energie besteht.

Es ist für uns eine grenzenlose Ironie, wenn derzeit in den Medien automatisch den fossilen Brennstoffen jede Klimakatastrophe zugeschrieben wird. Über Nebenwirkungen der „erneuerbaren Energie“ wird aber nicht einmal nachgedacht. Gleichzeitig veröffentlicht das World Economic Forum eine Jubelmeldung, wonach bis Ende 2017 bereits 390 Gigawatt installierter Leistung an Photovoltaik gegeben sein wird. Bis zum Jahr 2022 soll die Leistung sogar auf 871 Gigawatt steigen [12-42] [12-43]. Verantwortungsbewusste Menschen sollten sich zunehmend die Frage stellen, welche Nebenwirkungen die „erneuerbare Energie“ verursachen kann!

Wir bitten jeden Leser selbst einfach nachzudenken und nachzurechnen! Alleine durch den Eingriff in den solaren Energiestrom und der daraus resultierenden Änderung der Energieverteilung in den Speichersystemen kommt es zu Nebenwirkungen im Klimageschehen. Es wäre höchste Zeit, wenn diese Fragen in Zusammenhang mit der Energiewende nicht mehr vernachlässigt sondern diskutiert werden!

12.7. Klimaänderung und Katastrophenereignisse auch ohne Treibhauseffekt

Der moderne Mensch will mehr Energie nutzen und lenkt dazu die solaren Energieströme in neue Richtungen. Er nennt dies Klimaschutz und Nutzung erneuerbarer Energie. Dabei richtet er sein Augenmerk nur auf den eigenen erwünschten Nutzen für sich selbst.

Mehr elektrische Energie für weitere Anwendungen wie Elektromobilität, Klimaanlage oder Wärmepumpen ist unsere Vorstellung. Dabei vergißt der moderne Mensch die Grundregel bei jeder Umverteilung: was der eine mehr hat, hat der andere weniger.

Die Umverteilung in verschiedene Speichersysteme muss nicht mehr Energie in das irdische Klima einbringen. Aber die Energieflüsse und deren zeitliche Wirkungen werden geändert. Auch das führt zu Änderungen im Klimageschehen.

Wir brauchen gar nicht den sogenannten Treibhauseffekt, also eine Erhöhung der im irdischen System vorhandenen Gesamtenergie. Es reicht bereits völlig aus, eine Umverteilung der vorhandenen Energie vorzunehmen. Auch dann ergeben sich Klimaänderungen, die durchaus beachtliches Zerstörungspotential aufweisen könnten.

Es kommt dann aufgrund der geänderten Umverteilungsprozesse mit höherer Wahrscheinlichkeit zu Extremereignissen. Dabei muß nicht unbedingt die mittlere Temperatur erhöht sein. Es reicht schon aus, wenn es um entsprechende Werte im Winter kälter und im Sommer heißer ist.

Das verdeutlicht Bild 12-26. Hier haben wir für den Standort Graz Universität die monatliche Lufttemperatur in der schwarzen Linie dargestellt. Es handelt sich um Mittelwerte für den Zeitraum 1981 bis 2010. Diese Werte haben wir anschließend im Winter gesenkt und im Sommer erhöht. Die Werte dieses Szenarios sind in Tabelle 12-27 aufgelistet. Für beide Wertereihen ergibt sich eine idente mittlere jährliche Lufttemperatur von 9,8 °C.

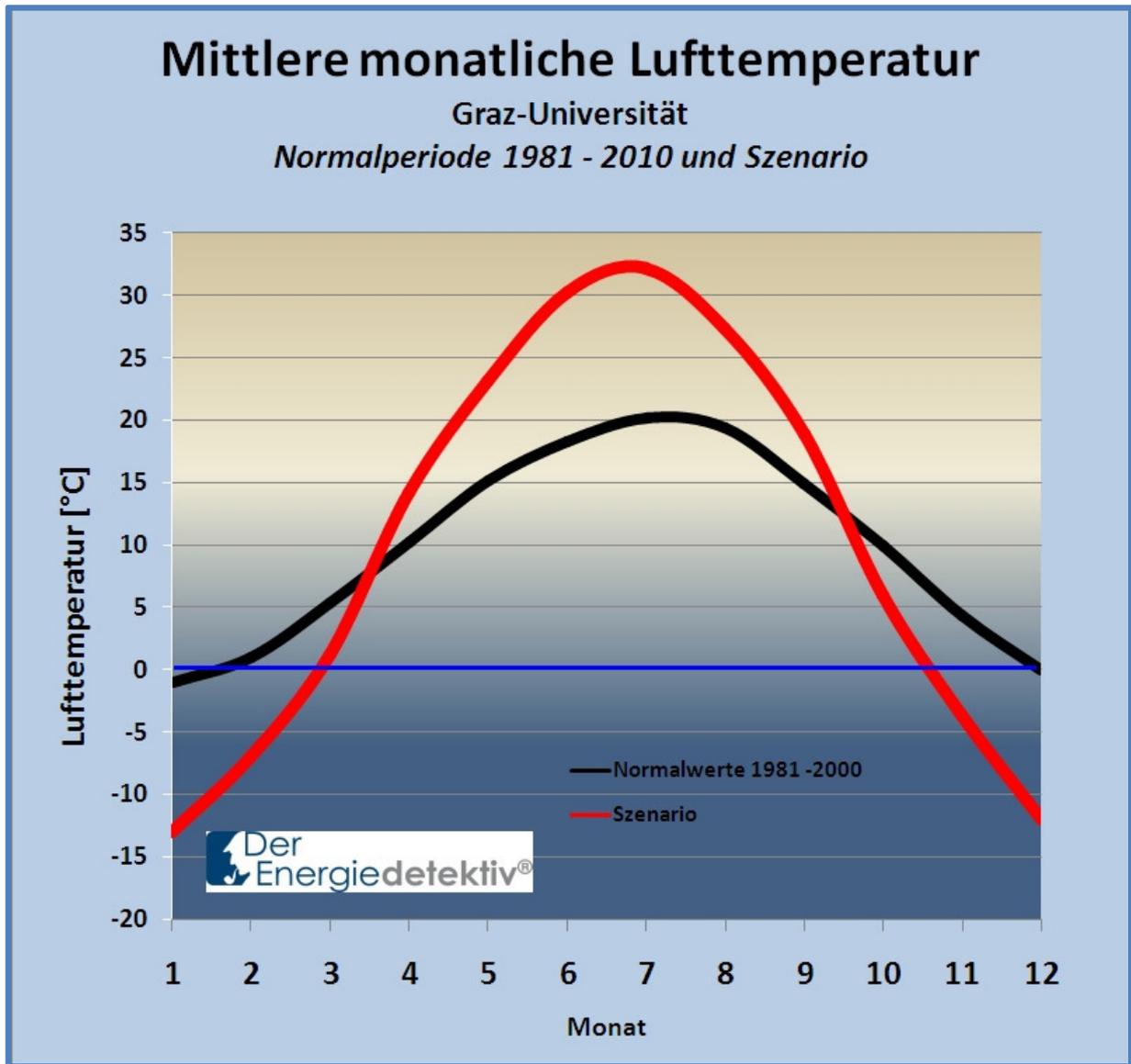


Bild 12-26: wir haben für das rot dargestellte Szenario die Normalwerte der Lufttemperatur geändert (s. Tabelle 12-27). Im Winter ist es kälter, im Sommer heißer

Allerdings sind die Verhältnisse für das Leben nun völlig anders. Im Winter ist in unserem Szenario die Temperatur um 12 Kelvin niedriger und im Hochsommer um 12 Kelvin höher. Das bedeutet, der Herr Professor muss nun im Jänner bei einer durchschnittlichen Lufttemperatur von -12°C statt -1°C zur Universität gehen. Es wird ihn dabei wenig beruhigen, dass im Juli dann die mittlere Temperatur bei 32°C statt 22°C liegt. Wenn er nachrechnet, kann er zwar feststellen, dass sich die mittlere Jahrestemperatur nicht geändert hat. Aber sein Temperaturempfinden wird ihm dennoch sagen, dass sich das Klima rund um seine Universität drastisch verändert hat.



Mittlere Monatliche Lufttemperatur [°C]													
Standort Universität Graz - Klimanormalwerte und Szenario mit identem Jahresmittelwert													
Monat	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Mittelwert
Normalwerte 1981 - 2010	-1	1	5	10	15	18	20	19	15	10	4	0	9,8
Angenommene Differenz für unser konsturiertes Szenario	-12	-8	-4	4	8	12	12	8	4	-4	-8	-12	0
Szenario	-13	-7	1	14	23	30	32	27	19	6	-4	-12	9,8

Tabelle 12-27: Die Werte der Tabelle zeigen die Änderungen in unserem Szenario, dennoch bleibt der Jahresmittelwert der Lufttemperatur unverändert

Wir gehen davon aus, dass genau solche Effekte derzeit durch widernatürliche Umverteilungseffekte entstehen. Die Nutzung erneuerbarer Energie kann dafür ein Auslöser sein. Andere menschliche Aktivitäten dürften auch schon in der Vergangenheit zum jetzt diskutierten Klimawandel beigetragen haben (s. z.B. Straßenbau in Kapitel 8).

Unser Beispiel hier mag übertrieben sein. Damit kann es aber gleichzeitig verdeutlichen, wie wichtig immer die Einzelbetrachtung ist. Unser Hang globaler und normierter Betrachtungen würde aufgrund des Mittelwertes vorerst nichts registrieren. Alles scheint in Ordnung, die mittlere Lufttemperatur hat sich nicht verändert. Diese Fixiertheit auf das Mittelmaß ist im Übrigen ebenfalls auf eine falsche Umverteilungsökonomie oder besser –ideologie zurückzuführen. Man beschäftigt sich heute vornehmlich mit Mittelwerten, statt sich auch für Spitzenwerte zu interessieren.

Der Jahresmittelwert hat sich nicht geändert. Alles scheint statistisch in Ordnung. Dennoch gibt es einen Klimawandel für den Grazer Professor, den er ja persönlich

am Weg zu seiner Arbeit fühlt. Wissenschaftlich beginnt er ihn erst zu bemerken, wenn er von den großen jährlichen Mittelwerten auf die monatlichen oder gar täglichen Detailwerte blickt.

Die Ursache der meisten, die Menschheit plagenden Probleme sind unserer persönlichen Erfahrung nach wir Menschen selbst. Nämlich dann, wenn wir glauben Großes erreichen zu wollen und dabei gleichzeitig die kleinen Änderungen in unserer unmittelbaren Umgebung übersehen.

In den folgenden Abschnitten wollen wir auf solche Kleinigkeiten hinweisen, die durchaus das Potential haben, mit scheinbar kleinen Änderungen zu großen Nebenwirkungen zu führen.

Wenn man im irdischen Klimasystem die Umverteilung von Energieflüssen und Stoffflüssen zu exzessiv betreibt, kommt genau das heraus, was man eigentlich vermeiden wollte. Statt Klimaschutz ergibt sich letztlich ein bedrohlicher Klimawandel, der durch falsch verstandenen Klimaschutz ausgelöst wurde. Denn das hier geschilderte Szenario ist ja nur ein kleiner Teil der gesamten Energiewende. Wir haben hier nur den Effekt der Umverteilung an Photovoltaikanlagen untersucht.

Wir haben den Umverteilungseffekt in einzelne Speichersysteme als klimarelevant erkannt. Dabei wurde eine Änderung der Gesamtenergie gar nicht berücksichtigt. Allerdings ist davon auszugehen, dass bei der angeführten Gesamtfläche ein nicht unerheblicher Anteil der Solarfläche eine höhere Absorptionsrate aufweist, als sie im Ausgangszustand vorhanden war. 1.000 km² Photovoltaikanlagen in Deutschland werden im Endausbau eine andere Absorptionsrate aufweisen, als der Urzustand der unbelasteten Flächen.

In diesem Fall kommt ein zusätzlicher Effekt hinzu. Denn dann wird durch die höhere Absorptionsrate mehr der solaren Einstrahlung in Wärme umgewandelt. Ebenso haben wir hier nur den Ausbau der Photovoltaikanlagen berücksichtigt. Thermische Solaranlagen bleiben unberücksichtigt.

Dabei können diese noch höhere Oberflächentemperaturen erzielen. Damit ist die Strahlungsleistung der Wärmestrahlung noch wesentlich höher. Problematisch sind

hier auch alte, vergessene Solaranlagen, die nur mehr leer laufen. Sie produzieren keine nutzbare Wärme mehr, belasten aber die Atmosphäre durch die immer noch gegebene und dann sogar erhöhte Wärmestrahlung bzw. Wärmeabgabe an die Atmosphäre. Wenn eine Sanierung nicht vorgesehen ist, dann müßte hier aus Gründen des Klimaschutzes eigentlich ein Rückbau erfolgen.

Wir hatten in Kapitel 8 darauf hingewiesen, dass es wichtig ist, die Absorptionsrate und die Möglichkeit für die Vegetation vor und nach Errichtung einer Solaranlage zu prüfen. Dies in Zusammenhang mit Dachanlagen, die in Hinblick auf die Strahlungsleistung im allgemeinen die Situation bei schrägen Dächern nicht wesentlich verändern. Vorhandene schräge Dächer haben meist bereits eine hohe Absorptionsrate, die vergleichbar mit jener von Solaranlagen ist.

Allerdings gilt es hier zu beachten, dass dies nicht für Solaranlagen auf kiesbedeckten Flachdächern gilt. Gerade diese Dachform ist immer häufiger anzufinden. Derartige Solaranlagen erhöhen die absorbierte Gesamtenergie im Vergleich zum gleichartigen Dach ohne Solarfläche.

Bei Schrägdächern ist zu beachten, dass Dachanlagen zwar meist nicht die umgesetzte Gesamtenergie erhöhen. Aber dennoch haben sie ihren Anteil am hier beschriebenen Klimateffekt durch Änderungen der Energieflüsse in die Speichersysteme. Darauf wollen wir im folgenden Kapitel noch näher hinweisen und ergänzende Dokumente vorlegen.

Weiter unten werden wir außerdem noch auf klimarelevante Zusatzeffekte in Zusammenhang mit dem Wasserkreislauf hinweisen. Auch hier führen Umverteilungseffekte zu klimarelevanten Nebeneffekten.

12.8. Der klimarelevante Einfluss von solaren Dachanlagen

Auf Dächern werden gerne Solaranlagen angebracht. Dabei sind unterschiedliche Typen und unterschiedliche Konstruktionsformen gegeben. Man unterscheidet primär zwischen thermischen Solaranlagen und Photovoltaikanlagen. In Zusammenhang mit der Dachform und der Dachkonstruktion sind unterschiedlichste Montagearten vorhanden.

Mehrere Faktoren spielen bei Solaranlagen am Dach eine Rolle, wenn es um die klimatischen Nebenwirkungen geht. Dabei ist es immer wichtig die Ausgangssituation ohne und mit einer Solaranlage zu betrachten. Für diese beiden Situationen sind zumindest immer folgende Fragen zu stellen:

a.) kommt es durch die Solaranlage zu einer Mehrbelastung in der irdischen Gesamtbilanz? Wird also mehr Energie aus der solaren Einstrahlung letztlich in Wärme umgewandelt? Dann leistet diese Solarfläche einen gewissen Beitrag zum Klimawandel und Temperaturanstieg alleine dadurch, dass sie mehr Energie ins System einbringt.

776

b.) kommt es durch die Solaranlage zu geänderten Energieflüssen in die klimarelevanten Speichersysteme? Dann ist, unabhängig von der Frage der Mehrbelastung, auch davon auszugehen, dass es zu einer Klimaänderung kommt. Zwar wird dann nicht mehr Energie in das irdische Klima eingebracht. Aber die Energieflüsse und deren zeitliche Wirkungen werden geändert.

c.) kommt es durch die Solaranlage zu Änderungen bei Niederschlägen? in Zusammenhang mit den Energieflüssen sind auch die Niederschläge zu berücksichtigen. Niederschläge sind ein Element des Energieausgleichs zwischen unterschiedlichen Speichersystemen. Wie verändert sich die Verteilung der Niederschläge? Führen Änderungen von Abflussverhältnissen zu Änderungen im Klimasystem? Welche Stoffe, welche Mengen und welche klimarelevante Speichersysteme sind davon betroffen?

12.8.1 Mehrbelastung der Gesamtbilanz - Absorption und Reflexion

Die erste Frage ist relativ einfach über die Faktoren Absorption und Reflexion zu lösen. Die Absorptionsrate bestimmt, welcher Anteil der eingestrahlten Solarenergie (Licht) im Modul absorbiert (aufgefangen) wird. Natürlich sind Anlagenbauer bestrebt, diesen Anteil möglichst hoch zu halten. Die absorbierte Energie wird dann einerseits in Nutzenergie und andererseits in Abwärme umgewandelt.

Liegt im Ausgangszustand vor Errichtung der Solaranlage ein vergleichbarer Wert zur Absorption vor, so wird sich in der energetischen Gesamtbilanz an dieser Fläche wenig ändern. Vergleichbare Werte der eingestrahlten Energie werden dann auch mit der Solaranlage umgewandelt bzw. reflektiert. Unsere Beobachtungen zeigen, dass dies bei geneigten Dächern mit dunkler oder roter Dachdeckung meist der Fall ist.

Erhöht sich jedoch die Absorptionsrate, dann wird mehr Energie aus dem Sonnenlicht durch diese Fläche absorbiert und in Wärme umgewandelt. Somit erhöht eine solche Situation die Gesamtbilanz der klimawirksamen solaren Einstrahlung.

777

Ganz unabhängig von der Frage der Treibhausgase wird damit der Wärmeeintrag in die irdische Atmosphäre erhöht. Damit kommt es zu einem Temperaturanstieg alleine aufgrund der Tatsache, dass die neue Oberfläche eine andere Absorption aufweist als die ursprüngliche Oberfläche.

Die Absorptionsrate liegt für Solaranlagen etwa im Bereich um 90%. Die Reflexions- und Streuverluste betragen bei Photovoltaikanlagen maximal 10% [12-22]. Ähnliche Werte sind bei thermischen Solaranlagen gegeben. Die meisten Vegetationsflächen weisen ein Reflexionsvermögen von ca. 10 – 25% auf [7-6]. Damit liegt der Reflexionsanteil für diese Flächen bis zum Faktor 2,5 höher als bei Solarmodulen.

Bei den meisten Solaranlagen über Vegetationsflächen ist wohl davon auszugehen, dass somit die energetische Bilanz geändert wird. Mehr Energie wird durch die Solaranlage in Wärme umgewandelt als über die Vegetationsfläche. Ähnlich verhält es sich vermutlich bei Solaranlagen auf Flachdächern (Bild 12-28).



Bild 12-28: Zu beachten ist die unterschiedliche Absorptionsrate an einer Photovoltaikanlage im Gegensatz zur üblichen Kiesfläche auf Flachdächern

Dabei ist in den allermeisten Fällen eine Kiesschicht am Flachdach vorhanden. Diese hätte meist einen geringen Absorptionsgrad. Nur ist dann diese Fläche durch die Solaranlage beschattet. Dadurch kommt der hohe Reflexionsfaktor für das direkte Licht nicht zum Tragen. Dieses wird hingegen an der Solarfläche in Nutzenergie und Abwärme umgewandelt. Daher ist davon auszugehen, dass diese Art von Solaranlagen auf den derzeit sehr beliebten kiesgedeckten Flachdächern die Gesamtbilanz ändert. Gegenüber einer Situation ohne Solaranlage auf dem gleichen Dach wird mehr Energie aus der Sonne in Wärme umgewandelt und im irdischen Klimasystem wirksam. Für Kiesflächen liegt die Absorptions- und Emissionsrate nur bei etwa 0,28 [12-24]. Damit würde mit einer Solarfläche etwas mehr als die dreifache Energie aus dem solaren Lichtstrom entnommen. Mit anderen Worten, die klimarelevante Wärmebelastung der Umwelt ist dann etwa um den Faktor drei höher. Ist das dann wirklich Klimaschutz oder eher Förderung des Klimawandels?

12.8.2 Geänderte Energieflüsse und Aufbauart bei Dachanlagen

Beide Arten der direkten Nutzung von Sonnenenergie (Solarthermie, Photovoltaik) haben ähnliche Wirkungsgrade. Diese liegen meist um oder unter 20%. Damit verbleibt eine relativ hohe Abwärme, die aus der umgewandelten Energie an die Umwelt abgegeben wird.

Die zweite Frage, inwieweit Solaranlagen zu geänderten Energieflüssen in die klimarelevanten Speichersysteme führen, hängt zusammen mit der Aufbauart der Dachanlagen. Möglich sind dabei Konstruktionen, bei denen die Solarfläche in die Dachfläche integriert ist (Bild 12-29).



Bild 12-29: thermische Solaranlage, die in die Dachdeckung direkt integriert ist

Dies findet man vor allem bei thermischen Solaranlagen. Diese Art der Konstruktion hat hier gewisse Vorteile. Einerseits kann man sich so die Dachdeckung in diesem Bereich ersparen. Andererseits wird die Abwärme an der Rückseite im Hausinneren nutzbar.

Bei solchen Anlagen kommt es zu einer gewissen zeitlichen Verzögerung der Abgabe der Wärme an die Umwelt. Einerseits wird die Nutzenergie im Hausinneren in einem Wasserspeicher gelagert. Meist sind dies Kurzzeitspeicher, bei denen die eingelagerte Sonnenwärme in den nächsten Tagen als Warmwasser oder auch Heizungsbeitrag genutzt wird.

Die Abwärme an der Solarfläche wird teilweise sofort und nach außen an die Umwelt (Luft) abgegeben. An der Rückseite der Solarfläche wird die Abwärme in das Hausinnere geführt. Damit wird diese Abwärme ggf. zu Nutzwärme oder aber zumindest zeitlich verzögert erst wieder an die Außenluft abgegeben.

Die Situation ist für solche Anlagen vergleichbar mit der Abwärme, die absorbierende Dächer auch ohne Solaranlage produzieren. Steigt man im Sommer in den Dachboden eines solchen Gebäudes, merkt man die sehr hohen Temperaturen. Eine dunkle und schwere Dacheindeckung kann durchaus Temperaturen von 70°C erreichen, wie Bild 12-30 belegt.

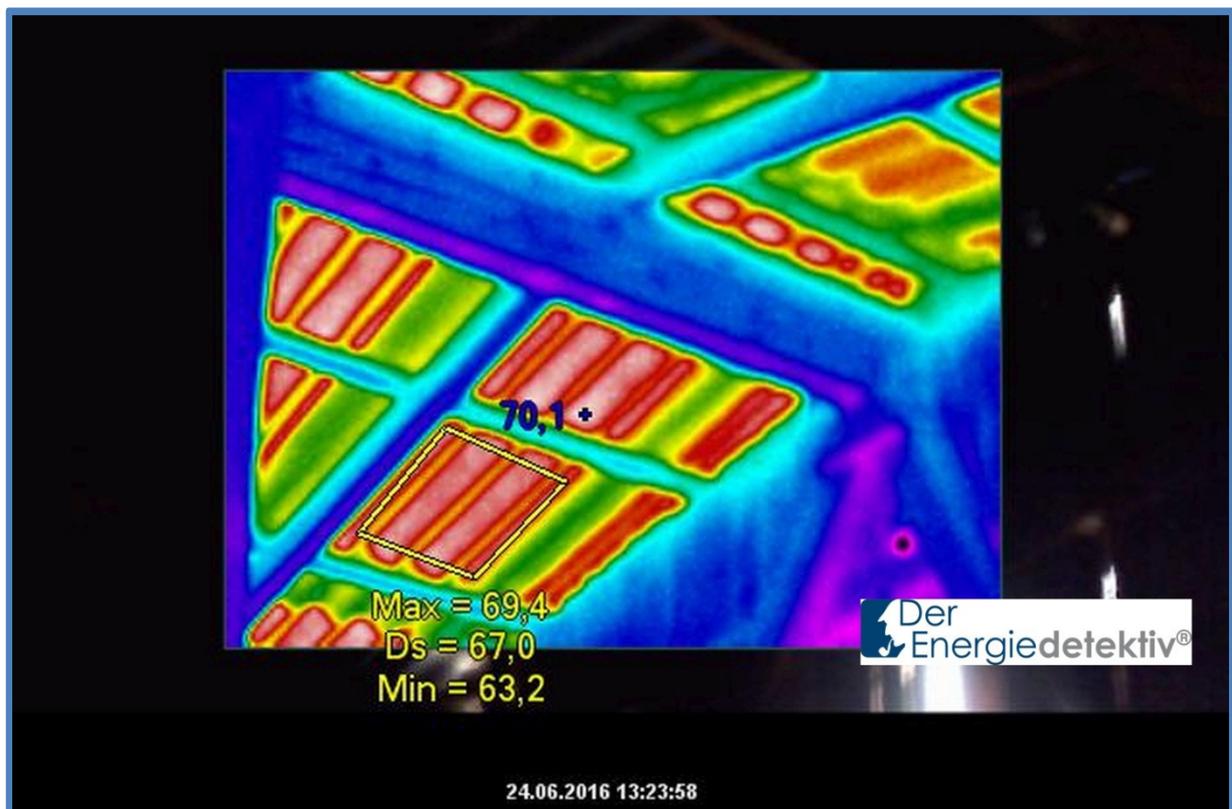


Bild 12-30: Das Wärmebild im Dachboden zeigt die hohen Temperaturwerte an der Unterseite einer dunklen Welleternit-Dachdeckung. Die gelb markierte Fläche hat eine mittlere Temperatur von 67°C, der heißeste Punkt weist sogar 70,1°C auf

Die Abwärme aus solchen absorbierenden Dachflächen wird übrigens auch zwischengespeichert. Dies belegt Bild 12-31. Hier ist im sommerlichen Wärmebild in der Nacht der Temperaturunterschied zwischen Dachbereich und Wohnraum darunter erkennbar.

Allerdings erfolgt diese Speicherung im Gebäudebereich nur für relativ kurze Zeit. Dennoch zeigt dieses Bild, dass die Abwärme bei Dachintegration einer Solaranlage durchaus auch einen Nutzen erzeugen kann. Dies wird für die Übergangszeit und die Heizperiode zutreffen. Im Hochsommer hingegen kann ein erhitztes Dach die Temperatur in den Räumen darunter auch belasten. Andererseits führt diese Tatsache zu einem besseren Ausgleich zwischen Tag und Nacht. Die Lufttemperatur wird durch die Wärmeabgabe an solchen Flächen zumindest lokal auch in der Nacht erhöht. Diese Pufferwirkung verhindert zu hohe Unterschiede zwischen Tag und Nachttemperaturen.

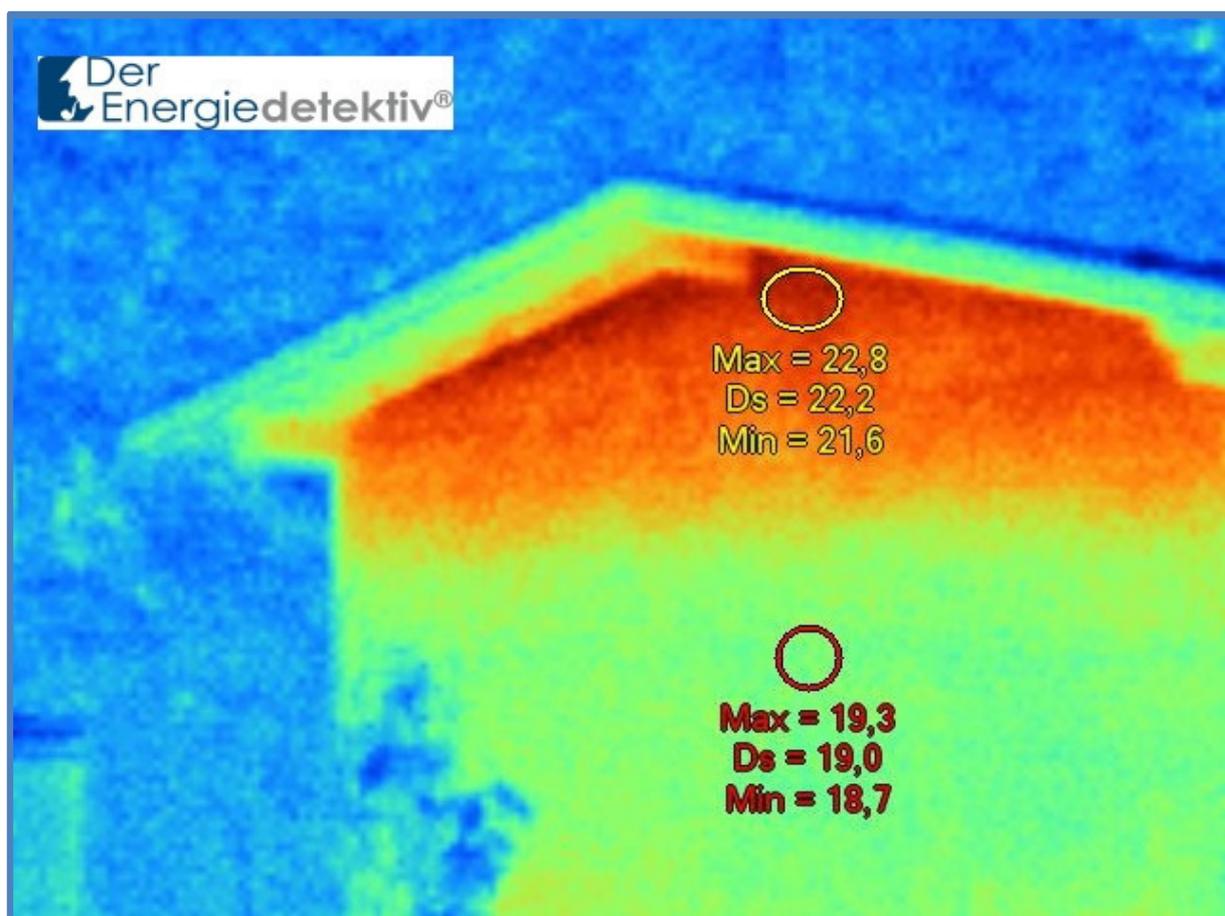


Bild 12-31: das Wärmebild der Außenwand in der Nacht verdeutlicht die höhere Temperatur im Dachbereich gegenüber dem darunter liegenden Wohnbereich. Die beiden markierten Bereiche zeigen einen Temperaturunterschied von etwa 3 Kelvin

Wir können also für Solarflächen die direkt in schräge Dächer integriert sind, davon ausgehen, dass deren Abwärme zumindest teilweise zeitverzögert an die Umwelt bzw. Luft abgegeben wird. Die ausgleichende Wirkung für die Lufttemperatur ist durchaus positiv zu sehen.

Bei anderen Aufbauten für Solarflächen ist dies in dieser Weise nicht der Fall. Photovoltaikanlagen werden, wohl auch wegen des Kühleffektes, meist etwas von der Dachdeckung abgesetzt montiert. Ein solches Beispiel zeigt Bild 12-32.



Bild 12-32: Diese Photovoltaikanlage wurde wenige Zentimeter abgesetzt über einem schrägen Dach angebracht. Luft kann an der Unterseite der Photovoltaikanlage durchstreichen und kühlen. Abwärme wird sowohl an der Unterseite als auch an der Oberseite an vorbeiströmende Luft abgegeben

Hier kann Luft zwischen der Dachdeckung und der Unterseite des Solarmoduls entlang streichen und Wärme abtransportieren. Diese kühlende Luft übernimmt an der Unterseite Abwärme der Photovoltaikanlage und führt diese in höhere Luftschichten. Der Wärmeaustausch zwischen Dachdeckung und Unterseite der Photovoltaikanlage wird wahrscheinlich eher gering ausfallen.

An der Oberseite der Photovoltaikanlage wird ebenfalls Wärme abgegeben. Diese Oberfläche ist meist wärmer als die Unterseite. Die Abwärme wird durch Konvektion, aber auch durch Strahlung an die Atmosphäre abgegeben.

Aufgrund der höheren Oberflächentemperatur sollte der Strahlungsanteil an der Oberseite des Solarmoduls stärker sein, als an der Unterseite. Für eine derartige Konstruktion ist davon auszugehen, dass der größte Anteil der Abwärme damit zeitgleich mit der Entstehung an den Speicher Luft/Atmosphäre abgegeben wird.

Noch stärker ist dieser Effekt wohl bei aufgeständerten Solarflächen. Die hier entstehende Abwärme wird wie bei einem Kühlkörper an die an der Fläche entlang streichende Luft abgegeben und steigt nach oben. Derartige Konstruktionen lassen den Techniker auch die höhere mechanische Belastung ahnen. Die stärkere Windlast ist aber gleichzeitig auch der Hinweis auf die stärkere Kühlfunktion dieser Anordnung (Bild 12-33).



Bild 12-33: Solarflächen, die am Dach aufgeständert werden, weisen eine höhere Windbelastung auf und geben auch Abwärme an die Luftströmung ab

Zusammenfassend ist für Dachanlagen also festzustellen, dass die Abgabe der Abwärme primär an die Luft erfolgt und nur bei Solarflächen, die in die Dachdeckung integriert sind wird es zu einer kurzzeitigen Verzögerung der Wärmeabgabe an die Luft kommen.

Die Verlustwärme aus Solaranlagen geht damit in den allermeisten Fällen zeitgleich mit ihrer Entstehung in den Wärmespeicher Luft/Atmosphäre. Sie erhöht damit die Temperaturbelastung und führt auch zu einem Trocknungsprozess der Luft. Denn auf die Dach- oder Solarfläche allenfalls auftreffender Regen wird sofort über die Regenrinnen in Kanal oder Versickerungsbereiche abgeleitet. Einen wesentlichen Beitrag zur Luftbefeuchtung können diese Anlagen nicht erbringen.

Die Verlagerung dieser Energieströme in den Kurzzeitspeicher Luft und der getrennte Weg für das stoffliche Medium Wasser liegen auch für absorbierende Dächer in ähnlicher Weise vor. Mit Solaranlagen, die von der Dachhaut getrennt angebracht sind, wird dieser Effekt vermutlich verstärkt.

Besonders besorgniserregend sind allerdings auf Flachdächern aufgeständerte Solarflächen, die über hellen Kiesdeckungen angebracht sind. Hier kommt zur zeitgleichen Verschiebung der Energieströme in den Kurzzeitspeicher Luft noch die höhere Absorptionsrate hinzu. Damit dürften derartige Anlagen auf Flachdächern eine erhöhte Problematik in Hinblick auf den Klimawandel aufweisen. Diese tragen stärker zu klimaändernden Faktoren bei, als dies bei Solaranlagen über schrägen, absorbierenden Dachflächen der Fall sein dürfte.

Auf die Frage der Taubildung an solchen Anlagen werden wir später noch zurückkommen. Auch diese könnte eine nicht unwesentliche Rolle für den Wasserhaushalt und den Klimawandel spielen.

12.9. Nebenwirkungen beim Kältemittel und Lebensmittel Wasser

Wir sind zu dem Ergebnis gekommen, dass durch den großflächigen Einsatz von Solarflächen ein Verschiebungseffekt im Klimasystem stattfindet. Die solare Einstrahlung erreicht in einem geringeren Ausmaß die Vegetation und das Erdreich. Beide Bereiche sind als Pufferspeicher für einen ausgeglichenen Verlauf des Energieangebots extrem wichtig.

Diesen beiden Pufferspeichern wird jetzt bei Anlagen über Freiflächen Energie entzogen. Damit wird die Biosphäre geschwächt und das irdische Leben beeinträchtigt. Der Mensch merkt das meist nur, wenn die eigene Nahrungskette betroffen ist. Das ist hier vorerst nicht der Fall. Stattdessen wird nur dem Bodenleben Nahrung entzogen. Primär betrifft dies die Vegetation und sekundär alles davon abhängige weitere Leben. Über diese Wirkungskette wird aber eines Tages auch auf das menschliche Leben die Auswirkungen zu spüren bekommen.

12.9.1 Energie und Wasser

785

Neben der Schwächung der Nahrungskette kommt es auch zu einem geringeren Energieeintrag in den Wärmespeicher des Erdreichs. Damit werden die Temperaturen im Bodenbereich geändert.

Andererseits wird die den beiden Bereichen (Erdreich, Nahrungskette) vorenthaltene Energie nun der Luft zugeführt. Das Kurzzeitspeichersystem Luft wird damit wärmer. Dies könnte, wie wir vermuten, beispielsweise zu einer frühzeitigen Schneeschmelze führen. Die wärmere Luft läßt auch in höheren Lagen die Schneeflächen, aber auch Gletscherflächen schneller bzw. stärker abschmelzen.

Damit kommt es dann aber auch zu einer Veränderung der Stoffflüsse für Wasser. Wasser hat eine entscheidende Funktion im Klimakreislauf. Es ist sozusagen das Kältemittel der irdischen Klimaanlage. Mit dem Erdboden als Verdampferfläche sorgt es dafür, dass normalerweise die Grenzschicht zwischen Himmel und Erde, also der Boden eine lebenswerte Umgebung darstellt.

Eingriffe in das Transport- und Verteilungssystem dieses Kältemittels sind für das irdische Klima besonders problematisch. Kann das Kältemittel Wasser nicht mehr seiner Aufgaben ausreichend nachkommen, dann kommt es garantiert zu Klimaänderungen. Diese müssen dann nicht einmal durch Änderungen in der gesamten Energiebilanz hervorgerufen werden.

Die Situation ist dabei vergleichbar, wie wenn man bei einem Kühlschrank die Kältemittelleitung unterbricht oder öffnet. Dann kann das Kältemittel auch bei laufendem Kompressor nicht mehr an der Verdampferfläche oder im Kondensator seine Funktion erfüllen.

Mit anderen Worten, es reicht schon die Verteilung des Kältemittels Wasser negativ zu beeinflussen, um das Klimasystem der Erde aus dem Takt zu bringen. Wir vermuten, dass der beobachtete Anstieg der Lufttemperatur seit der industriellen Revolution durchaus auch mit solchen Faktoren zusammenhängt. CO₂ mag ein Teilfaktor für den menschlich verursachten Klimawandel sein. Aber es ist vermutlich nur ein Faktor von vielen Änderungen, die das irdische Klima beeinflussen. Die Änderungen im Wasserhaushalt sind unserer Ansicht nach wahrscheinlich sogar wichtiger als die Treibhausgase.

Der natürliche Verteilungsprozess für das Klimamittel Wasser umfasst mehrere Bereiche. Neben Schmelzwasser betrifft dies auch den Niederschlag in Form von Regen, Tau und Schnee etc.

Letztlich ist jede Art von Niederschlag eine Ausgleichsströmung für eine Potentialdifferenz. Durch Niederschläge findet ein Energieaustausch und Stoffaustausch zwischen dem Boden, der Vegetation und der Atmosphäre statt.

Der zu Boden fallende Regen dient der Wärmeübertragung von einem Speicher (Atmosphäre) in den anderen (Boden). Allerdings ist auch dieser Prozess nun aufgrund der Solarflächen beeinträchtigt. Denn die Niederschläge können sich bei Solarfeldern über Grünflächen nicht großflächig verteilen und den Erdboden direkt erreichen. Stattdessen werden sie konzentrierter abgeleitet, was einerseits den großflächigen Energieausgleich beeinträchtigt und andererseits auch die Wasserströmungen verändert. Der Erdboden verliert im Bereich der Solarflächen

auch als Überlastspeicher für Wasser einen Teil seiner schützenden Funktion. Darauf hatten wir bereits in Kapitel 8 ausführlicher hingewiesen.

Die Änderung der Verteilungs- und Abflussverhältnisse von Wasser betrifft einerseits die Verdunstungsfunktion und damit das Kühlsystem am Boden. Andererseits ist auch die Biosphäre direkt davon betroffen, da Wasser immer auch essentiell für jedes Leben ist. Ohne Wasser existiert kein Leben. Eine Änderung in der Verteilung von Wasserströmen ändert daher nicht nur das Klima, sondern auch die Lebensbereiche. Dabei darf auch nicht vergessen werden, dass ein reiches Bodenleben erst eine Bodenschicht ermöglicht, die längerfristig Wasser bindet und in zeitlich ausgleichender Wirkung dann über Pflanzen wieder in die Atmosphäre bringt.

Änderungen im Bereich der Niederschläge und deren Abflussverhältnisse führen damit zu Änderungen im Klimasystem. In diesem Zusammenhang ist darauf hinzuweisen, dass derartige Verschiebungseffekte nicht nur bei Solaranlagen über Freiflächen gegeben sind. Auch bei Solaranlagen auf Dächern sind diese vorhanden.

Allerdings sind hier Verschiebungseffekte auch ohne Solaranlagen alleine schon durch die Dachentwässerung gegeben. Auf die Dächer treffen die Niederschläge wie Regen oder Schnee. Diese Niederschläge bestehen aus dem wichtigsten Lebens- und Klimamittel, nämlich Wasser.

Die Niederschläge werden bei den Dächern über Regenrinnen gesammelt und konzentriert abgeleitet. Nun war es früher durchaus üblich, diese in den nächsten Bach oder Kanal zu leiten. Verzögerungssysteme sind dabei früher nicht üblich gewesen. Da hier aber ein rascher Anstieg der Abflussmengen zu Problemen führt, wird heute weitgehend die Versickerung der Dachwässer gefordert. Dies trifft besonders in städtischen Ballungsräumen zu. Dafür müssen entsprechende Sickerkörper aufgebaut werden, die das Sickerwasser in tiefere Schichten führen.

Insgesamt wird so die Verteilung von Wasser im Bodenbereich geändert. Dies bedeutet gleichzeitig aber auch eine Änderung in der Verteilung von Energie. Sowohl Wasser als auch Energie (die im Niederschlag enthaltene Wärme) werden in tiefere Schichten des Erdreichs geführt. Das bedeutet nichts anderes, als dass die oberste Schicht des Erdreichs wasser- und energieärmer wird. Hingegen werden tiefere

Schichten des Erdreichs über die Versickerungskörper stärker und rascher mit Wasser und Energie beaufschlagt.

In einer Studie führt der Autor Luca Rossi an, dass zu Beginn eines Regenereignisses in einem Gewässer durch Kanalisationseinleitungen eine plötzliche Temperaturerhöhung stattfindet, die für viele im Wasser lebenden Organismen schädlich sein könnte. In dieser Arbeit wird die Wirkung der wärmeren Dachwässer auf die betroffenen Gewässer und das Leben darin diskutiert. Gleichzeitig zeigen die angegebenen Temperaturwerte aber auch das mögliche Ausmaß der energetischen Umverteilung [12-28].

12.9.2 Entwässerung und Bodenversiegelung

Wir haben also bei Regenwässern einen Verschiebungseffekt, der die Speicher im Klimasystem der Erde beeinflusst. Dieser Verschiebungseffekt gilt für alle versiegelten Flächen. Auf diesen ist der direkte Kontakt des Regenwassers zu bewachsenem Boden verunmöglicht. Damit fällt einerseits die Speicher- und Kühlfunktion des bewachsenen Bodens weg.

Andererseits kommt es zur stärkeren Belastung anderer Bereiche. Das Versickern der Oberflächenwässer über zentrale Versickerungskörper hat den scheinbar positiven Effekt, dass diese Wässer zu keinen Überschwemmungen führen oder die Kanal- und Fließgewässer überlasten. Unberücksichtigt bleibt allerdings dabei meist der negative Einfluss auf die Energie- und Klimabilanz. Denn die den oberen Schichten des Erdreichs vorenthaltenen Wässer fehlen nun einerseits zum Pflanzenaufbau und andererseits zur Verdunstung und dem damit verbundenen Kühleffekt.

Die Versiegelung der Böden hat wesentlichen Einfluss auf den Klimawandel. Jeder Parkplatz vor einem Einkaufszentrum führt damit zu Verschiebungseffekten in der Energiebilanz des regionalen Klimas. Dies bleibt völlig unabhängig von der CO₂ Bilanz des Unternehmens. Alleine ein Parkplatz der nur von Elektrofahrzeugen benutzt wird, leistet bereits einen Beitrag zum Klimawandel. Einerseits aufgrund erhöhter Wärmeabgabe, insbesondere auch in Form von Wärmestrahlung. Andererseits wird über die Versickerung Energie in tiefere Schichten eingelagert. Auch das kann nicht ohne Konsequenzen für das Klima bleiben.

Die Versiegelung der Böden wird meist auch als Argument gegen die Zersiedelung der Landschaft angeführt. Das ist allerdings wohl meist nur wirtschaftliche Propaganda gegen Eigenheime mit Gärten und für konzentrierte Ballungsgebiete mit zahlreichen gartenlosen Wohnungen. Das Gegenteil ist in Wirklichkeit der Fall: die städtische Ballung führt durch Konzentrationseffekte zwangsweise zu diesen negativen Effekten.

Jeder Konzentrationsprozess ist letztlich Auslöser von negativen Umverteilungsprozessen, die wichtige biologische und klimarelevante Speicher

beeinträchtigen. Aufgrund des Konzentrationsprozesses potenzieren sich meist die Probleme. Erster Angriffspunkt zur Behebung solcher Probleme kann nicht ein noch weiter verstärkter Konzentrationsprozess sein. Stattdessen wäre eine Dekonzentration, also eine breitflächigere Verteilung sinnvoller.

In der Frage der Eigenheime wäre die Entsorgung der Dachwässer über die Grünflächen dezentral lösbar. Von einfachen Regentonnen bis zu Zisternen reichen die Möglichkeiten für Zwischenspeicher, um dieses Wasser der Vegetationsschicht zeitverzögert zur Verfügung zu stellen.

Aber auch aus Dachwässern gespeiste Schwimmteiche hätten einen stabilisierenden Klimaeffekt. Pflanzenkläranlagen erfordern auch keine öffentlichen Kanalsysteme und Kläranlagen. Sie erledigen das naturnah gleich am Ort des Geschehens. Der jeweilige Eigentümer hätte von solchen naturnahen Lösungen einen finanziellen und ökologischen Nutzen. Aber er hätte auch mehr Eigenverantwortung gepaart mit mehr Unabhängigkeit. Gerade letzteres dürfte der entscheidende und unerwünschte Punkt sein, warum man darüber lieber schweigt. Dezentrale Lösungen waren noch nie ein „Politiker-und-Verwalter-Förderungsprogramm“.

790

Die Frage der Ableitung von Niederschlägen spielt im Klimasystem jedenfalls eine wichtige Rolle. Die rasche Abfuhr in tiefere Schichten des Erdreichs umgeht den Vegetationsbereich und führt zu den erwähnten Verschiebungseffekten.

Jeder Garten in dem Gemüse und Obstbäume mit dem gesammelten Regenwasser der letzten Tage versorgt werden, ist der beste Klimaschutz. Er macht den Eigentümer auch unabhängiger und führt ihn zu mehr Eigenverantwortung und Erkennen der tatsächlichen Zusammenhänge.

Die zentrale Sammlung von Regenwässern in städtischen Ballungsgebieten hingegen kann diesen Anforderungen schon aufgrund der Dichte nicht entsprechen. Das Klimaproblem durch Erhöhung der Baudichte, also durch Konzentration auf kleinere Bereiche mit Minimalstvegetation lösen zu wollen, ist völlig falsch. Da ist weder die City noch der jeweilige Planer oder Bürgermeister smart. Die Konzentrationsprozesse in den Städten führen zwangsweise auch zu den großen

Parkplätzen der Supermärkte mit den erwähnten negativen Effekten auf das Klima. Der Wärmeinseleffekt der Städte dokumentiert dies ohnedies recht deutlich.

Lösbar ist dies nur durch „Verteilungsgerechtigkeit“ auch für die Vegetation und Biosphäre. Das ist aber nur vorstellbar, wenn Konzentrationsprozesse auch im Wohnbereich und gesamten Lebensbereich der Menschen vermieden werden. Eine eher ländliche Kultur mit eigener Gartenwirtschaft und mehr Selbstverantwortung ist die einzig vorstellbare Kultur, die diese negativen Effekte auf die klimarelevanten Speichersysteme vermeiden könnte.

Dass dies derzeit nicht der Fall ist, ist evident. Aber dennoch müßte der Klimaschutz in diese Richtung gehen, statt die Konzentrationsprozesse noch zu verschärfen. Die in städtischen Ballungsräumen entstehenden negativen Klimaprozesse sind einfach nicht durch ein entvölkertes Umland zu lösen.

12.9.3 Fallbeispiel Entwässerung – wenn die Stadt zur Wüste wird

Als Beispiel dokumentieren wir in den Bildern 12-34 bis 12-40 eine Situation in Graz. Im Bereich rund um die Universität wurden diese Aufnahmen gemacht. Sie zeigen herbstlich gefärbtes Laub am Boden unter mehreren Bäumen.

Diese Aufnahmen entstanden allerdings nicht im Herbst, sondern im Hochsommer, Anfang August. Eine relativ trockene Periode war in den Wochen davor gegeben. Die Temperaturen im innerstädtischen Bereich stiegen über 30°C. Im unmittelbaren Vorfeld der Bäume herrscht allerdings eine sehr hohe Bodentemperatur. Auf den Asphaltflächen werden Temperaturen um 50°C erreicht. Damit ist die Temperatur der Straße und des Gehwegs bei den Bäumen etwa 20 Grad wärmer als die Lufttemperatur.

Für die Bäume an dieser Straße wäre dies allerdings unter normalen Umständen noch nicht das wirkliche Problem. Stattdessen vertrocknen und verdursten sie aufgrund der Versiegelung der Umgebung und der Ableitung der Oberflächenwässer in den Untergrund.

792

Hinter den Bäumen befindet sich ein größeres Gebäude. Hier werden beachtliche Mengen an Niederschlag erfasst. Die Dachwässer werden dann über Regenrinnen am Vegetationsbereich nur wenige Meter entfernt vorbei geleitet. Kein Tropfen aus der Dachableitung hat eine Chance den Baum direkt zu erreichen.

Auf der anderen Seite befinden sich ein asphaltierter Gehsteig und die ebenfalls asphaltierte Straße. Hier erfolgt die Entwässerung über einen Kanaleinlauf. Auch diese Oberflächenwässer erreichen nicht den Wurzelbereich der Bäume.

Da es sich um Laubbäume handelt, bilden diese selbst eine Art Regenschirm. Das kühlt zwar durch den Schattenwurf den Bodenbereich. Gleichzeitig verringert es aber auch den direkten Niederschlag um den Stammbereich selbst. Die Regenwässer werden durch das Blattwerk teilweise ebenfalls in Richtung auf die versiegelten Flächen abgeleitet.



Bild 12-34: Bereits Anfang August fällt braunes, herbstliches Laub von den Bäumen

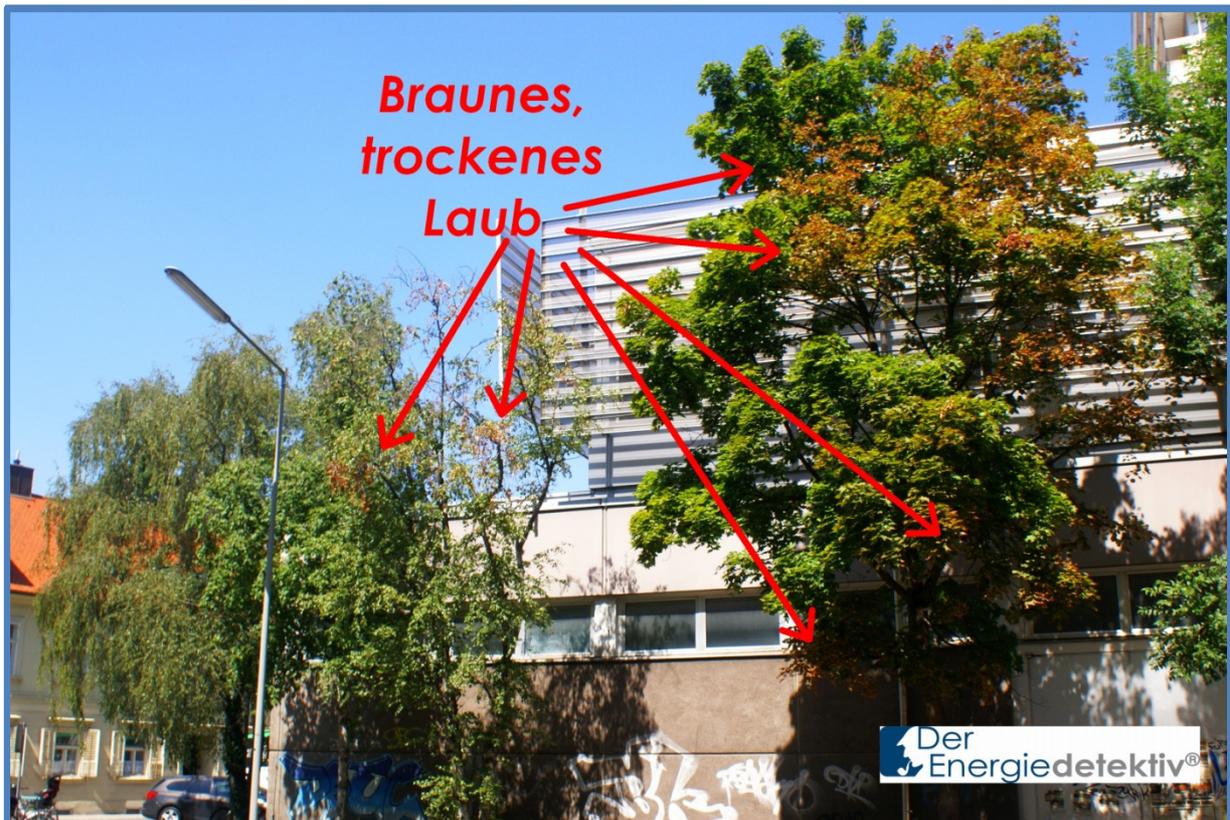


Bild 12-35: bei genauerer Betrachtung zeigt sich, dass Teilbereiche der Bäume von den braunen Blättern betroffen sind



Bild 12-36 Näheres Bild der Schäden bei der Birke links in Bild 12-35



Bild 12-37: Näheres Bild der Schäden beim Ahorn, rechts in Bild 12-35

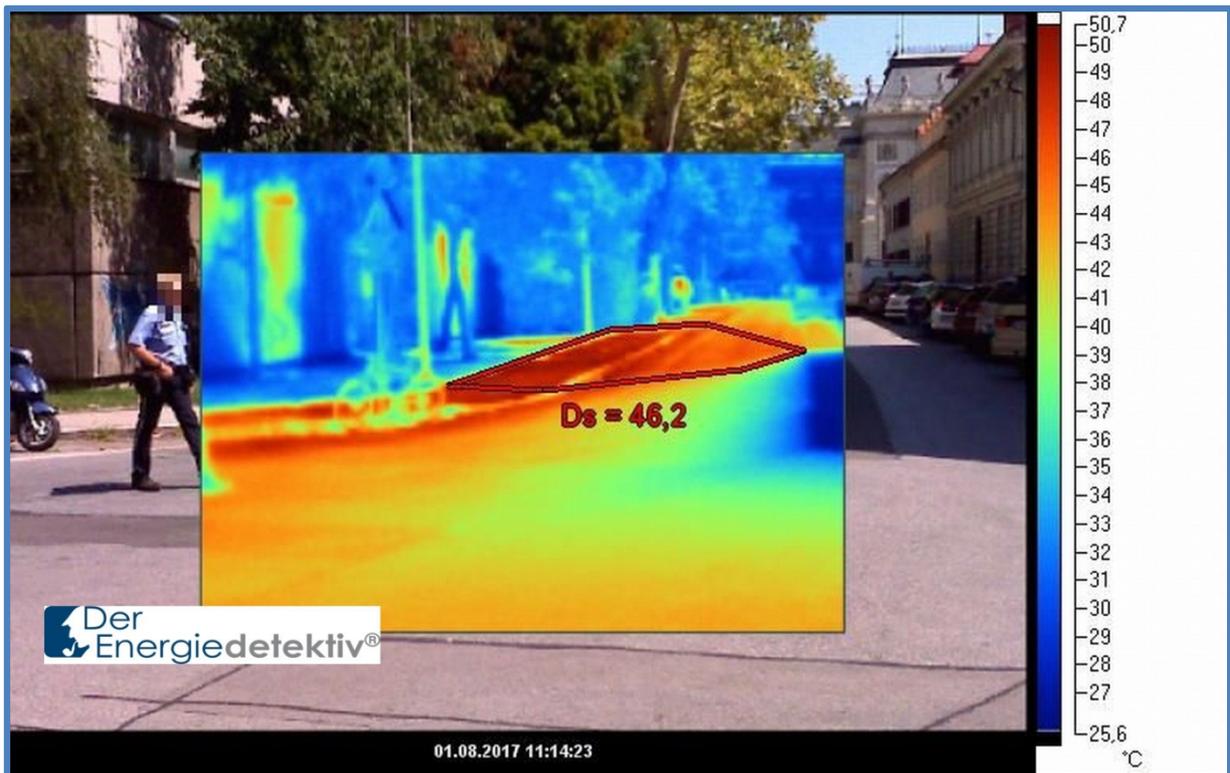


Bild 12-38: Das Wärmebild zeigt die Temperaturverhältnisse rund um diese Bäume, auf der Straße unmittelbar vor den Bäumen herrscht eine Temperatur um 50 °C



Bild 12-39: Hinter den Bäumen befindet sich ein Gebäude, dessen Regenwässer werden über eine Dachrinne abgeleitet und erreichen so den Vegetationsbereich um die Bäume nicht.



Bild 12-40: Da die Bäume mit ihrer Laubkrone das Regenwasser ebenfalls vom Stammbereich fern halten, fällt dieser Regen bestenfalls auf den asphaltierten Gehweg oder die ebenfalls asphaltierte Straße. Das Wasser wird dann über einen Kanaleinlauf abgeleitet

Der Regenschatten des Blattwerks wäre an sich über offenen Böden nicht weiter schlimm. Die Wurzeln der Bäume würden davon genug erfassen. Aber die Bäume in unserem Beispiel leiden darunter, dass in ihrem Umfeld diese Wässer nun nicht die Humusschicht sondern das Kanalsystem erreichen. Die Versiegelung der Bereiche rund um die Bäume und die Ableitung der Oberflächenwässer weg von den Bäumen ergibt für das Wurzelwerk einen massiven Wassermangel. Dies wird dann noch durch die hohen Bodentemperaturen vor den Bäumen verschärft. Die Bäume leiden unter einer Art Wüstenbildung rund um ihren Standort.

12.9.4 Selbstregulierung im Kleinklima eines Baumes

Die vorhergehenden Bilder zeigen den Wassermangel für mehrere Bäume. Die Versiegelung eines angrenzenden Daches und der Straße führen dazu, dass Regenwasser kaum die Baumscheibe erreicht. Der Baum leidet an Durst und Blätter verdorren und fallen ab. Ein solcher Baum erleidet gerade einen Klimaschaden.

Allerdings bewirkt das teilweise abfallende Laub eine gewisse Besserung. Denn dadurch kann der Regen den Boden unmittelbar um den Stamm zumindest teilweise wieder erreichen.

Offenbar ergibt sich damit aber eine Art Selbstregulierung des Kleinklimas rund um einen Baum. Blätter werden abgeworfen, womit die Verdunstung im Blattwerk und somit der Wasserbedarf verringert wird.

Wenn genug Blattwerk abgefallen ist, erreicht wieder mehr Regen den Boden. Denn die Baumkrone wird damit durchlässiger bei Regen. Wasser kann leichter den Boden bei der Baumscheibe erreichen, da es von den Blättern weniger weit abgelenkt wird.

797

Die restlichen Blätter bleiben grün und lassen den Baum nicht völlig absterben. Es ist erstaunlich, dass die Solaranlage Baum hier scheinbar ein Notprogramm verfügbar hat, mit dem sie aktiv in die eigene Wasserversorgung regulierend eingreift.

Der Baum „weiß“ sozusagen um den Wassermangel an seinem Standort. Daher wirft er einen Teil der Blätter ab, um den eigenen Wasserverbrauch zu senken und gleichzeitig die Wasserzufuhr bei Regen im engsten Umfeld zu erhöhen. Es würde uns nicht wundern, wenn ein „intelligenter“ Zusammenhang zwischen der lokalen Bodenfeuchtigkeit und den Bereichen der abfallenden Blätter bestehen würde. Das können wir allerdings derzeit nicht nachweisen. Worauf wir aber auch noch aufmerksam machen wollen ist, dass auch im Winter Bäume in ihrem eigenen Umfeld das Klima selbst bestimmen. Und zwar wird in einer genialen Art und Weise dafür gesorgt, dass sie sich selbst und ihr Kleinklima optimal schützen.

Im Winter kann man bei Schneefall beobachten, dass die Baumscheibe rund um den Stamm wesentlich länger schneefrei bleibt. Das gilt sowohl für Laubbäume als auch für Nadelbäume.

Bei den Laubbäumen ist es das trotz Laubabwurfs verbleibende Geäst, das die Schneefreiheit zumindest für eine etwas längere Periode garantiert. Bei den Nadelbäumen halten allerdings die Zweige den Schnee völlig vom Boden ab. Es entsteht dann meist eine Situation, bei der die Zweige zwar schneebedeckt sind, der Boden aber weiterhin schneefrei bleibt.

Das hat zweierlei Funktion für das Kleinklima. Wir hatten ja schon weiter oben auf die winterliche Funktion der Wärme im Erdreich hingewiesen. Die Schneedecke sorgt dafür, dass die Wärme im Boden erhalten bleibt und die Abstrahlung gegen die kalte Winternacht gering ist.

Bei einem Nadelbaum ist nun die Baumscheibe schneefrei. Im direkten Bereich um den Stamm gibt der Boden dann Wärme ab. Hingegen befindet sich die Schneedecke in diesem Bereich direkt oberhalb auf den Zweigen. Es entsteht damit ein Mikroklima zwischen Bodenbereich und schneebedeckten Zweigen. Es ist wie ein kleines wärmendes Zelt, das den Stamm- und Wurzelbereich klimatisch begünstigt. Das Klima verhält sich hier sicher anders als im Freibereich.

Die Schneeschicht auf den Zweigen schützt gegen Abstrahlung nach oben und „konserviert“ praktisch die aus dem Erdreich kommende Wärme. Wir haben dies mit der Wärmebildkamera immer wieder beobachtet. Der Baum bildet sich selbst damit ein kleines winterliches Treibhaus, das um den Stammbereich energetisch begünstigter bleibt. Erst wenn die Schneelast auf den Zweigen zu hoch wird fällt der Schnee nach unten und beginnt dann auch die Baumscheibe abzudecken. In Summe dürfte so aber der klimatische Stress für den Baum auch im Winter reduziert werden. Dies erfolgt einfach aufgrund der physikalischen Gegebenheiten, die bei der „Konstruktion“ des Baumes so berücksichtigt wurden, dass sich um den Baum ein lebenswerteres Kleinklima bildet.

Ein Beispiel für diese Situation zeigen wir in Bild 12-41. Hier haben wir eine etwa 10 Meter große Atlaszeder Anfang Februar dokumentiert. Am Tag der Aufnahme

herrschte Tauwetter mit Plusgraden. Klar erkennbar ist im Bild der schneefreie Bereiche unmittelbar um den Baumstamm und die Äste. Die Bilder 12-42 und 12-43 zeigen dann Wärmebilder dieser Baumscheibe die gleichzeitig mit dem optischen Bild erstellt wurden.



Bild 12-41: im Winter bleibt die Baumscheibe um einen Nadelbaum meist völlig oder wesentlich länger schneefrei

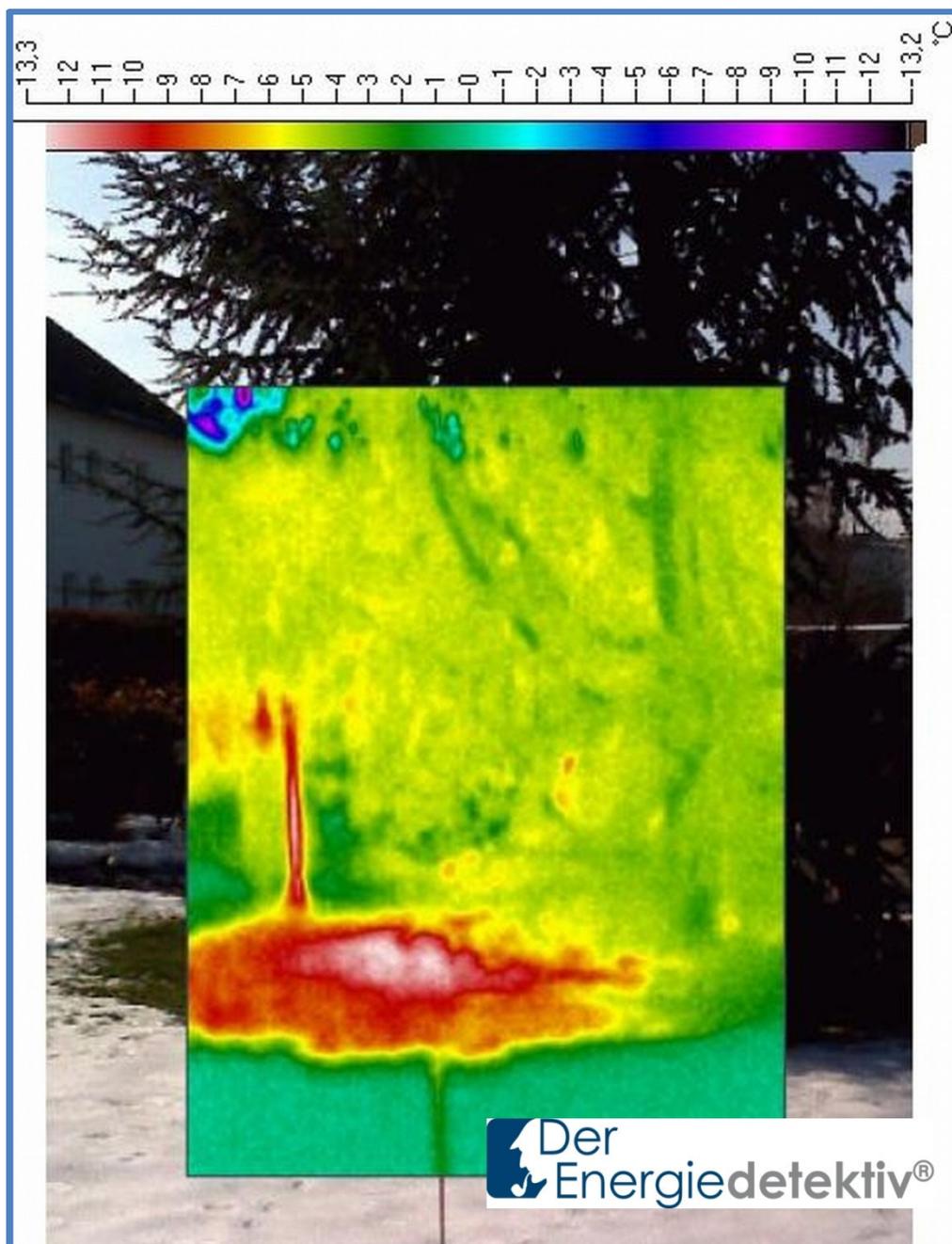


Bild 12-42: die Temperaturwerte um den zentralen Stammbereich liegen damit sowohl tagsüber als auch nachts deutlich über jenen im äußeren Bereich

Bei Tauwetter hält der schneebedeckte Bereich eine Temperatur von konstant 0°C (Eis und Tauvorgang, Temperaturschwelle bis alles Eis aufgetaut ist). Innerhalb der Baumscheine zeigt das Wärmebild eine gänzlich andere Situation. Gegen das Zentrum steigt die Temperatur an. Dies hat Gründe im Absorptionsverhalten des Bodens. Die abgestorbene braune Materie rund um den Stamm kann mehr Sonnenlicht absorbieren und den Boden erwärmen als der weiter außen liegende Bereich.

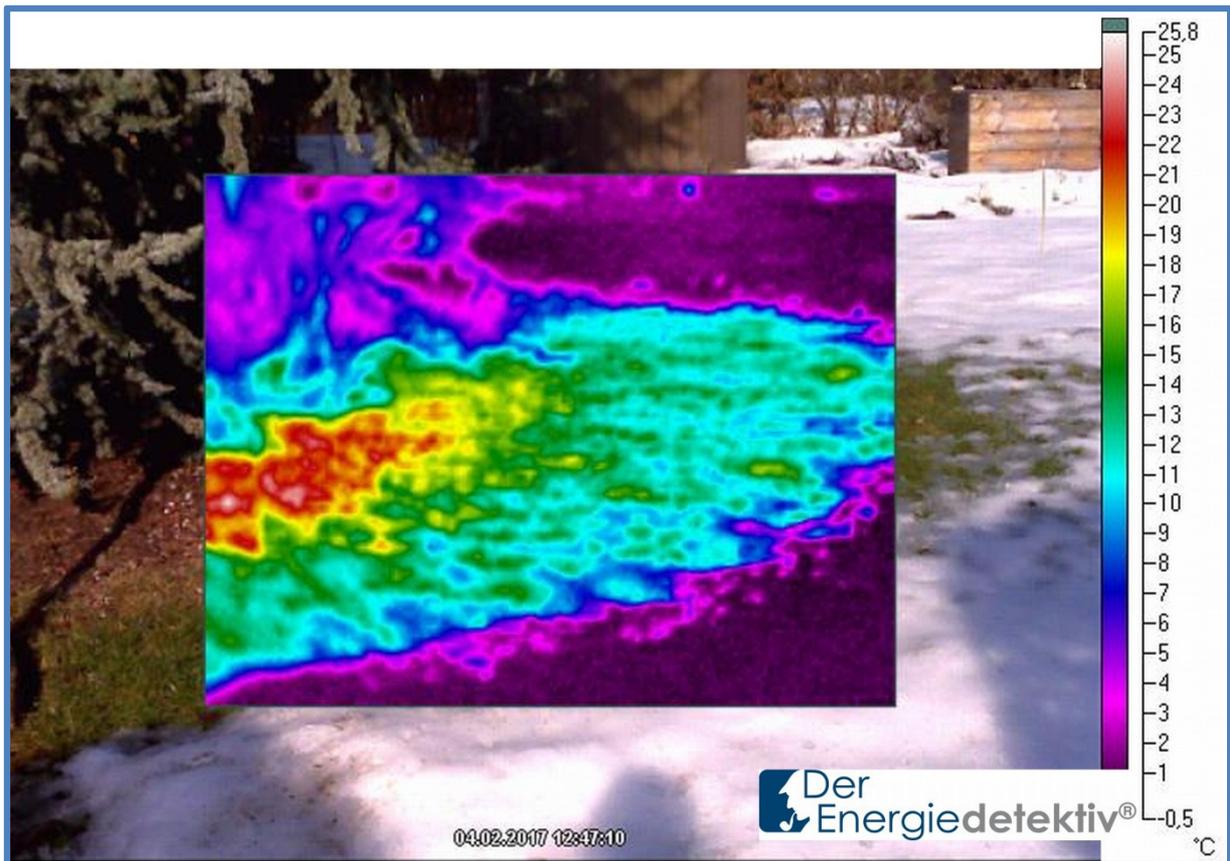


Bild 12-43: Strahlungswerte bzw. Temperaturzonen auf der Baumscheibe rund um den Stamm der gezeigten Atlaszeder

Allerdings spielt hier noch ein zweiter Punkt eine Rolle: bei Tauwetter tropft nun das Wasser von den Zweigen. Auch dieses Wasser hat eine relativ klar definierte Temperatur. Denn sie entsteht gerade aus dem Auftauprozess von gefrorenem Wasser. Damit erreicht den Boden flüssiges, aber doch noch sehr kaltes Wasser wenig über dem Gefrierpunkt. Der Wasseranfall dürfte aufgrund der nach außen geneigten Ästen und der Schneelage auf den Ästen im äußeren Bereich größer sein als im inneren Bereich um den Stamm.

Damit ergibt sich ein sehr interessantes Kleinklima rund um den Nadelbaum. Es ist davon auszugehen, dass dieses das Frühlingserwachen bei zunehmenden Temperaturen für den Baum weitgehend stressfrei ermöglicht. Die Konstruktion des Baumes in Verbindung mit dem Kältemittel bzw. Klimamittel Wasser und den Klimafunktionen des Bodens sorgt dafür, dass der Baum einen angenehmen Start in den Frühling hat.

Wenn man solche Situationen und Zusammenhänge als Techniker genauer durchdenkt kann man eigentlich nur ehrfurchtsvoll staunen. Egal ob man nur von einer unbeseelten Natur ausgeht oder vom Wirken eines liebevollen Schöpfers, wir können beim Blick auf die Biosphäre eigentlich nur Demut und Dankbarkeit für das Leben empfinden.

Wir haben hier an einem, an Durst leidenden Baum die absterbenden Blätter als Teil eines klimastabilisierenden Prozesses erkannt. Wir haben auch die winterliche Situation um einen Baum als klimastabilisierenden und lebensfördernden Effekt gesehen. Die Natur zeigt uns damit, wie sehr selbst im kleinklimatischen Bereich Regelprozesse vorhanden sind, um das Klima und das Leben zu stabilisieren. Unsere beiden Beispiele mit Bäumen dokumentieren hier auf eindrucksvolle Art wichtige Faktoren:

- Es besteht kein Grund zur Annahme, dass der Mensch nicht das Klima beeinflusst. Allerdings sind die Ursachen wesentlich vielfältiger, als dies mit der Konzentration auf die Treibhausgase zum Ausdruck kommt. Es ist der nicht durchdachte Eingriff des Menschen, der erst Klimastress erzeugt.
- Die Versiegelung von Flächen, die von Niederschlägen erreicht werden, ist eine höchst problematische Situation für das Kleinklima. Insbesondere dann, wenn das Wasser in völlig andere Bereiche umgeleitet wird, weil wir das Oberflächenwasser nur als lästig empfinden. Dabei wird übersehen, dass Wasser als Kälte- und Klimamittel die wichtigste Substanz im Klimageschehen ist. Diese Fehlbewertung führt zu einer massiven Beeinträchtigung des lokalen Klimas und der lokalen Biosphäre.
- Im Unterschied zu technischen Anlagen mit Versiegelungsflächen hat die natürliche Solaranlage Baum mehrere Selbstregulierungsmechanismen eingebaut. Diese Selbstregulierung schaut auf den ersten Blick unbedeutend aus oder fällt uns erst als kleinere Katastrophe auf. In Wirklichkeit führt aber beispielsweise das abfallende Laub dann zu einer besseren Wasserversorgung beim nächsten Regenfall. So kann der Baum seine eigene Wasserversorgung und damit den Verdunstungsvorgang positiv beeinflussen.

Die Natur ist somit hinsichtlich eines effektiven Klimaschutzes weit intelligenter als der Mensch. Sie kann sich selbst und damit das gesamte Leben in der Biosphäre schützen. Die Verteilung des Kältemittels Wasser ist ein ganz entscheidender Punkt für die Stabilisierung von Leben und Klima.

Viele als Klimaschutz gepriesene Lösungen greifen gerade in diesen Wasserkreislauf ein. Sie verändern dabei auch die Verteilung des Kältemittels in der irdischen Klimaanlage. Daraus resultiert dann statt Klimaschutz eine drastische Veränderung des Klimas. Gleichzeitig ist Wasser auch Lebensmittel. Umverteilungsprozesse beeinflussen daher nicht nur das Klima, sondern das Leben insgesamt. Diese Tatsachen wollen wir in den nächsten Kapiteln noch genauer und näher darstellen.

12.9.5 Dächer, Solaranlagen und der Weg des Wassers durch die Speicher

Unabhängig vom Standort eines Gebäudes besteht folgende Tatsache: sämtliche Dächer stellen versiegelte Flächen dar. Der Baukörper unterhalb des Daches verhindert einen natürlichen Bodenbewuchs. Das Dach soll die Niederschläge von diesem Gebäude fernhalten. Damit werden aber Regenwässer ebenfalls umverteilt. Dies führt letztlich auch zu einer Umverteilung von Energieströmen. Dies ist vorerst unabhängig von der Frage, ob sich auf dem Dach eine Solaranlage befindet oder nicht.

Allerdings beinhaltet auch hier die Frage der Art des Daches einen wichtigen Zusatzeffekt. Bei den bisher üblichen Schrägdächern mit Ziegeldeckung oder Wellplatten wird eine darauf montierte Solaranlage nur einen relativ geringen Zusatzeffekt ergeben. Die Dachkonstruktion und die Ableitung der Regenwässer bestimmen die Wirkung auf die Energie-Speichersysteme. Auf diesen Dächern montierte Solaranlagen (Aufdach- oder Indachmontage) werden nur einen vermutlich unbedeutenden Zusatzeffekt ergeben.

Ein bestehendes Schrägdach hat, wie bereits weiter oben gezeigt, Einfluss auf den Klimawandel durch Erhöhung der Strahlungs- bzw. Wärmebelastung der Atmosphäre. Hinzu kommen Verschiebungseffekte im Wasserhaushalt. Diese könnten durch Nutzung der Regenwässer im Bodenbereich gemildert werden. Neben Gartenbewässerung käme dabei auch ein Teich in Frage, sofern er den natürlichen Gegebenheiten möglichst nahe kommt. Das Versickern der Dachwässer allerdings führt zur Umverteilung im klimarelevanten Energiesystem.

Etwas anders dürfte die Situation bei Flachdächern mit Kiesbedeckung sein. Denn die Gesamtbilanz wird hier durch die Solaranlagen stärker verändert. Wir hatten weiter oben (Kapitel 8) darauf hingewiesen, dass hier die Möglichkeit besteht, dass eine helle Kiesdeckung eine geringere Absorptionsrate aufweist, als die dunklen Solarflächen. Die hochabsorbierenden Solarflächen führen damit zu einer erhöhten Umwandlung von Licht in Wärme. Damit ist eine erhöhte Wärmeabgabe an die Umgebungsluft verbunden. Diese erfolgt faktisch zeitlich mit der Produktion, ohne wesentliche Verzögerungselemente (Speichermassen). Es kommt bei solchen Aufbauten also einerseits zu einem erhöhten Energieumsatz und andererseits wie

bei anderen Flächen zu einer thermischen Belastung der Luft, statt dass die Sonnenenergie den Bodenbereich oder Flachdachbereich erreicht.

Bei Regen ergibt sich nun auch ein zusätzlicher Effekt. Trifft das Regenwasser auf solche Solarflächen, so werden diese Flächen gekühlt. Es kommt dadurch zu einer erhöhten Wärmeabgabe an das Wasser. Die Wärme aus der Solaranlage geht dabei in das Regenwasser über. Soweit dieses verdunstet, wird die Atmosphäre damit belastet. Allerdings werden vermutlich die größeren Mengen des „Kühlwassers“ nicht verdunsten, sondern über die Regenableitung abgeführt. Über die Versickerungsbereiche werden nun tiefere Schichten des Erdreichs mit mehr Wärmeenergie versorgt. Somit hat ein solches kiesbedecktes Flachdach samt Solarflächen einen weiteren Nebeneffekt, der den Klimawandel verstärkt. Selbstverständlich wäre auch hier eine Nutzung der Niederschläge für einen Nutzgarten möglich. Allerdings verbleibt dann dennoch die Tatsache der erhöhten Absorptionsrate durch eine Kollektorfläche gegenüber der reinen Reflexion an gut reflektierenden hellen Flächen.

Zusammenfassend haben wir für überdeckte Flächen versucht die Situation bildlich darzustellen. Durch Abdeckung von (früheren) Vegetationsflächen entsteht ein Verschiebungseffekt für das Klimasystem. Die Änderung der Wasserabflüsse führt zu unterschiedlich belasteten oder entlasteten Speichersystemen mit Klimarelevanz.

Dabei ist es sekundär, um welche Art von versiegelter Fläche es sich dabei handelt, die als Kollektor für Wärme und Wasser wirkt. Sowohl das Carport, das Wohngebäude oder eine Solaranlage ändern einerseits die Strahlungsbilanz durch geänderte Absorptionsrate. Damit wird die in Wärme umgesetzte Solarenergie erhöht. Diese Energie belastet nun primär den Energiespeicher Atmosphäre anstatt des Bodens. Andererseits kommt es auch zu Änderungen im Wasserkreislauf. Dies führt auch hier einerseits zu einer anderen Verteilung der Wärmeenergie als auch zu einer anderen Verteilung im Kreislauf des Kältemittel Wassers.

Dieser Punkt scheint uns besonders kritisch, da er ein zusätzliches Potential für hohe Änderungen im Klimageschehen beinhaltet. Dieser Effekt ist unserer Ansicht nach zu wenig beachtet und spielt insbesondere bei der Nutzung „erneuerbarer Energie“ eine wichtige Rolle. In den folgenden Bildern 12-44 und 12-45 haben wir dies skizziert.



Bild 12-44: Der Regen als Feuchtigkeit aus der Atmosphäre trifft auf den natürlichen Boden und erreicht so zuerst den Speicherbereich Biosphäre (Vegetationsschicht, stark speicherfähiger Humusbereich). Erst der Überschuss aus diesem Bereich sickert dann in den nächsten Speicher Erdreich. Innerhalb des Erdreichs sickert das Wasser bis zum Grundwasser. Dabei wird immer auch Energie übertragen

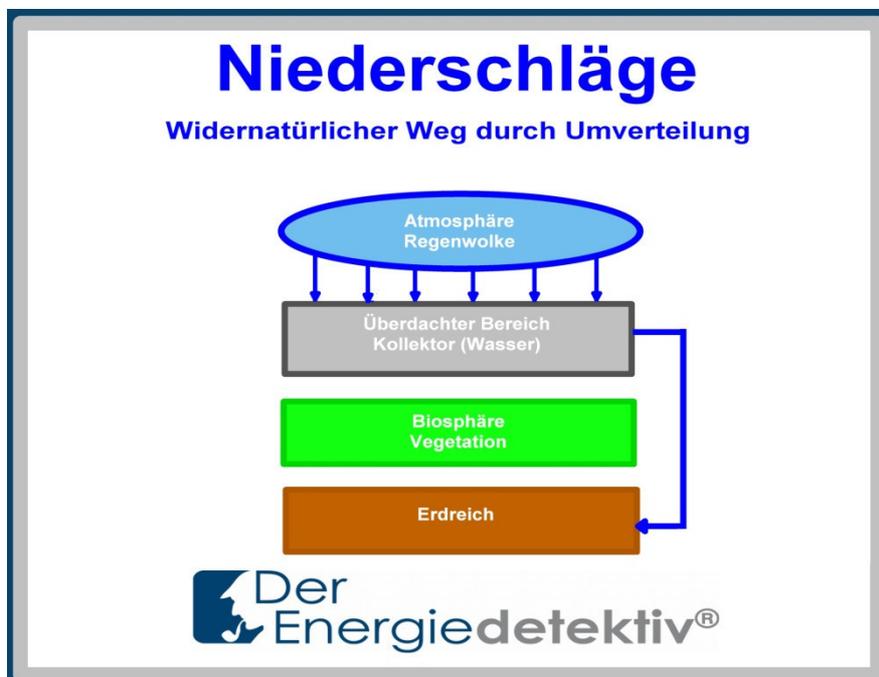


Bild 12-45: Wenn der Regen jedoch auf eine überdachte Fläche trifft (Hausdach, Solarfläche im Freiland, etc.) wird das Wasser gesammelt abgeleitet (Regenrohr) und meist über Sickerschächte in tiefere Schichten des Erdreichs zum Grundwasser geführt. Die Biosphäre wird dabei zumindest weitgehend übergangen

Wir finden also einen zusätzlichen klimarelevanten Effekt bei Solaranlagen vor, der unabhängig von der Frage der Änderungen in der energetischen Gesamtbilanz bleibt. Die Tatsache, dass Wasserflüsse zu anderen Bereichen umgeleitet werden, verändert das Klimasystem. Die Gesamtenergie und Gesamtmenge mag konstant bleiben, sie verteilt sich allerdings anders. Diese Umverteilung ist bereits massiv klimarelevant und stört die Biosphäre.

Die Ableitung des Kältemittels Wasser in tiefere Schichten, unter gleichzeitiger Umgehung der Biosphäre, führt somit zu negativen Effekten. Dem tieferen Erdreich wird mehr Energie zugeführt. Der bodennahen Biosphäre wird Energie und Wasser vorenthalten. Sie kann daher nicht durch Aufbau von Biomasse stabilisierend und kühlend auf das Klima wirken! Dieser Klimaeffekt hängt von der Frage der Entwässerung der Regenwässer ab und ist für Dachflächen mit oder ohne Solaranlagen relevant. Er verschärft sich jedoch, sofern die Solarkollektoren eine höhere Absorptionsrate aufweisen als die Dachfläche selbst.

Lösungsansätze erfordern daher einerseits eine geringe Wärmeabsorption auf den Dachflächen. Eine helle, gut reflektierende Umgestaltung dunkler Dächer wäre wahrscheinlich ein guter Klimaschutz. Die Dachwässer sollten aber unbedingt die Biosphäre erreichen und nicht in tiefere Schichten entwässert werden. Nur so können der Kühlungsprozess und die ausgleichende Funktion des Bodenbereichs sichergestellt werden. Die Verlagerung in tiefere Schichten wird für das Klima eher problematisch sein.

Während wir die speziell mit Solaranlagen verbundenen Verschiebungseffekte hier und auch bereits in Kapitel 8 dargestellt hatten, muß nun ergänzend auch darauf hingewiesen werden, dass diese Effekte leider nicht nur auf die Solaranlagen beschränkt bleiben. Auch bei anderen Arten der Nutzung „erneuerbarer Energie“ ergeben sich klimarelevante Verschiebungseffekte. Im schlimmsten Fall kommt es insgesamt zu einer Kombination mehrerer Effekte, die die klimaändernden Faktoren erhöhen. Wir müssen daher bei der Frage des Einflusses auf das Klima immer sowohl die Energieflüsse als auch den Stofffluss des Klimamittels Wasser beachten! Leider ergeben sich auf dieser Grundlage dann klimaändernde Effekte ausgerechnet bei jenen technischen Anlagen, die dem Klimaschutz angeblich dienen sollen.

12.10 Kombinationseffekte mit mehrfacher Wirkung

Die Wirkung von Kombinationseffekten können wir zuerst anhand des folgenden Beispiels diskutieren: Sowohl Photovoltaik als auch Luft-Wärmepumpe werden als „erneuerbare Energien“ angesehen. Beide Arten dieser Nutzung von „erneuerbarer Energie“ haben wir bereits ausführlich diskutiert. Wir haben auch schon auf einige der Nebenwirkungen hingewiesen. Es gibt allerdings jetzt gewisse Unterschiede hinsichtlich der zeitlichen Abläufe.

Eine Photovoltaikanlage erzeugt auch im Winter oder in der Übergangszeit Strom. Allerdings ist der Ertrag in diesen Monaten natürlich geringer, da auch die Sonneneinstrahlung und Tageslänge geringer ist als im Sommer. Die Photovoltaikanlage kann nur zu Tagesstunden direkt elektrische Energie liefern. In den dunklen Nachtstunden steht sie still.

Eine Luft-Wärmepumpe erzeugt Wärme für die Raumwärmeversorgung. Das bedeutet, diese wird dazu eingesetzt, um bewohnte Räume auf angenehmen Temperaturen zu halten. Heizbetrieb ist im Winter und in der sogenannten Übergangszeit. Die Wärmepumpe wird elektrisch angetrieben. Zu Tageszeiten könnte die elektrische Energie aus einer Photovoltaikanlage stammen.

808

Die nötige Heizleistung ist aber abhängig von der Außentemperatur. Daher ist die benötigte elektrische Leistung typischerweise in den Nachtstunden am höchsten. Die zu Spitzenzeiten in den Nachtstunden benötigte elektrische Energie muss daher leider aus anderen Quellen stammen. Nur der niedrige Bedarf während der Tagstunden könnte aus einer Photovoltaik ohne Speichersysteme betrieben werden.

Beide Arten der Nutzung „erneuerbarer Energie“ führen nun zu Nebeneffekten. Bei der Photovoltaikanlage kommt es zu einer Verschiebung des Energieflusses zwischen Boden und Luft. Dabei fehlt dem Boden unterhalb der Solarfläche Wärme bzw. Energie und diese wird der Luft zugeführt. Dabei konzentriert sich die Wärmebelastung auf höhere Luftschichten bzw. erreicht auch Treibhausgase. Dies dank des Strahlungsanteils und der Tatsache, dass warme Luft immer aufsteigt.

An meist völlig anderem Ort wird nun eine Luft-Wärmepumpe zu Heizzwecken betrieben. Auch hier kommt es zu einer Kältebelastung in Bodennähe, da die abgekühlte Luft zu Boden sinkt. Die entzogene Wärme heizt das Gebäude und die Abwärme aus dem Gebäude steigt wieder in höhere Luftschichten.

In beiden Fällen werden somit das Bodenleben und die Energiebilanz des bodennahen Erdreichs beeinträchtigt. Dem Bodenbereich und dem Leben dort wird Energie entzogen. Dies bedeutet tiefere Temperaturen und das über längere Zeiträume. Gleichzeitig wird den höheren Bereichen der Luft bzw. Atmosphäre mehr Energie zugeführt.

Unsere Gedankenexperimente mit statischen Verhältnissen zeigen, dass diese vorgenommenen Änderungen keine Kleinigkeit darstellen. Die Abwärme aus Solarflächen hat das Potential sämtliche Luft über diesen Flächen massiv zu erwärmen. Die Luft-Wärmepumpen wiederum produzieren große Mengen an abgekühlter Luft, die sich in Bodenbereich konzentrieren.

Die Gesamtbilanz wird dabei zwar nicht geändert. Aber die geänderte Verteilung der Energie führt zu einer massiven Änderung für das Leben am Boden. Diese Schlussfolgerungen beziehen sich bisher nur auf die Verteilung der Energiezustände (Wärme, Kälte). Bereits diese Überlegung zeigt, wie kritisch die Umverteilung von Energie tatsächlich für das Leben am Erdboden ist.

Leider ist aber nicht nur die Energie betroffen, sondern auch das Wasser. Wasser ist das entscheidende Lebensmittel, ohne das keinerlei Leben auf Erden möglich ist. Jede Pflanze, jedes Tier benötigt Wasser zum Zellaufbau. Gleichzeitig ist Wasser auch das Kältemittel der irdischen Klimaanlage. Wir hatten bereits gezeigt, dass die Erwärmung der Atmosphäre durch die Abwärme aus Solarflächen auch den Wasserhaushalt beeinflussen kann. In Frage kommen dabei Faktoren wie das frühzeitige Abschmelzen in den Bergen oder der Wärmeeintrag in tiefere Schichten des Erdreichs durch Versickerung erwärmter Dachwässer.

Gleichzeitig führen Solarflächen über bisherigen Freiflächen auch zu einer Beeinflussung der Verteilung der Niederschläge. Solaranlagen können daher in mehrerer Hinsicht den Wasserhaushalt verändern. Änderungen betreffen dabei dann

unmittelbar das irdische Leben und die irdische Klimaanlage, die ein für das Leben angenehmes Klima in Bodennähe erzeugt.

Es kommt also zu Verschiebungseffekten bei der direkten Nutzung der Solarenergie in Photovoltaikanlagen. Betroffen sind der Energiefluss und der Wasserkreislauf über die unterschiedlichen Speichersysteme.

Wenn wir nun davon ausgehen, dass mit Solarstrom jetzt eine Luft-Wärmepumpe betrieben wird, ist es erforderlich auch deren Verhalten in dieser Hinsicht näher zu hinterfragen. Ebenso sind andere Nutzungsarten „erneuerbarer Energie“ und unsere Bauweise in dieser Hinsicht zu hinterfragen. In den folgenden Kapiteln wollen wir daher dem Klimamittel Wasser weiter auf der Spur bleiben.

12.10.1 Nebenwirkungen von Luft-Wärmepumpen im Wasserhaushalt

Leider gilt dies auch für die Nutzung von Luft-Wärmepumpen. Denn als Nebeneffekt der Wärmeerzeugung ergibt sich auch bei Luft-Wärmepumpen ein Verschiebungseffekt für den Wasserhaushalt.

Ursache dafür ist, dass bei einer Luft-Wärmepumpe immer auch die Wärme der feuchten Luft genutzt wird. Der Luft wird Wärme entzogen, was zur Kondensation des in der Luft enthaltenen Wasserdampfs führt. Das der Luft entzogene Wasser liegt so in Form von flüssigem Kondensat vor. Dieses wird gesammelt und muß dann speziell abgeleitet werden.

Letztlich verhält sich damit eine Luft Wärmepumpe ähnlich einer Trocknungsanlage. Solche Geräte werden im Bauwesen gerne eingesetzt, um nach Überschwemmungen zu feuchte Mauern oder Böden zu entfeuchten. Dabei wird zur Trocknung die Luft abgekühlt und das Kondensat schadlos abgeleitet. Auch die Planungsunterlagen von Luft-Wärmepumpe weisen entsprechende Hinweise auf, wie das anfallende Kondensat schadlos abzuleiten ist.

In der Bautechnik geht es dabei um Schäden an Bauten oder deren unmittelbarem Umfeld. Natürlich ist eine sichere Ableitung des Kondensats im Einzelfall so, rein bautechnisch verstanden, möglich. Allerdings wird dabei der gesamte Effekt auf die Umwelt und Biosphäre vernachlässigt.

Im Einzelfall mag das auch noch zulässig erscheinen. In der Gesamtsumme ist dies allerdings stark zu bezweifeln. Für das irdische Klima und insbesondere das Leben am Boden scheint uns, dass das Abführen des Kondensats bei Luft-Wärmepumpen nicht als unbedenklich oder völlig schadlos betrachtet werden kann. Denn auch hier werden in Summe Energieflüsse und die Stoffflüsse des Wasserhaushalts in einer Form verändert, dass dadurch Auswirkungen auf das Klima und das Leben zu erwarten sind. Es kommt zu einer Umverteilung der Wassermengen in die unterschiedlichen Speichersysteme.

Das der Luft entnommene Wasser wird als Kondensat üblicherweise in die Kanalisation oder in tiefere Schichten des Erdreichs abgeführt. In beiden Fällen führt dies zu einer Verschiebung des Wasserhaushalts zwischen dem Speichersystem Atmosphäre/Luft und dem Speichersystem Boden und Biosphäre. Denn die anfallende Wassermenge wird nicht, wie bei Niederschlag üblich, direkt vom Erdboden bei der Vegetationsschicht erfasst. Stattdessen wird sie in wesentlich tiefere Schichten gebracht um dort zu versickern.

Wir haben versucht diesen Verschiebungseffekt schematisch in den Bildern 12-46 und 12-47 darzustellen. Wesentlich ist, dass die der Luft entnommene Wassermenge, unter Umgehung der Vegetation an der oberen Bodenschicht, in tiefere Schichten abgeleitet wird. Dies erscheint uns eine durchaus lebensbedrohliche Umverteilung, wie wir im Folgenden noch darzustellen versuchen. Niederschläge für den Erdboden können dabei übrigens durchaus unterschiedlicher Art sein und beispielsweise Regen oder Tau aber auch Hagel etc. betreffen. All diese Zustände hängen wesentlich von der Luftfeuchtigkeit und den Temperaturverhältnissen ab.

Zielsetzung des Kondensatablaufs ist das Wasser frostfrei möglichst rasch in den Untergrund abzuleiten. Das bedeutet in unseren Breiten üblicherweise das anfallende Kondenswasser über ein Kondensatrohr senkrecht in den garantiert frostfreien Bereich des Erdreichs zu führen. Dazu gilt es bei versickerungsfähigen Untergründen Tiefen von mindestens 90 cm zu erreichen. So wird eigentlich versucht das Grundwasser möglichst direkt zu erreichen. Das bedeutet aber, dass dieses Wasser der Humusschicht mit der Vegetation vorenthalten wird.

Daher wird dadurch das der Luft entnommene Kondenswasser für die Oberflächenvegetation nur mehr schwerer zugänglich. Denn nur Pflanzen mit Wurzeln, die diese größeren Tiefen erreichen, könnten auch auf dieses Kondensatwasser zugreifen. Die meisten heimischen Gräser jedoch entnehmen Wasser in hohem Masse aus der obersten Bodenschicht. Etwa 70 – 90% der Wurzelmasse sind sehr flach, in einer Tiefe von etwa 10 cm konzentriert [12-18].



Bild 12-46: Bei Niederschlägen wird die überschüssige Feuchtigkeit der Atmosphäre auf dem Boden aufgebracht und erreicht so zuerst den Speicherbereich Biosphäre (Vegetationsschicht, stark speicherfähiger Humusbereich). Erst der Überschuss aus diesem Bereich sickert dann in den nächsten Speicher, das Erdreich

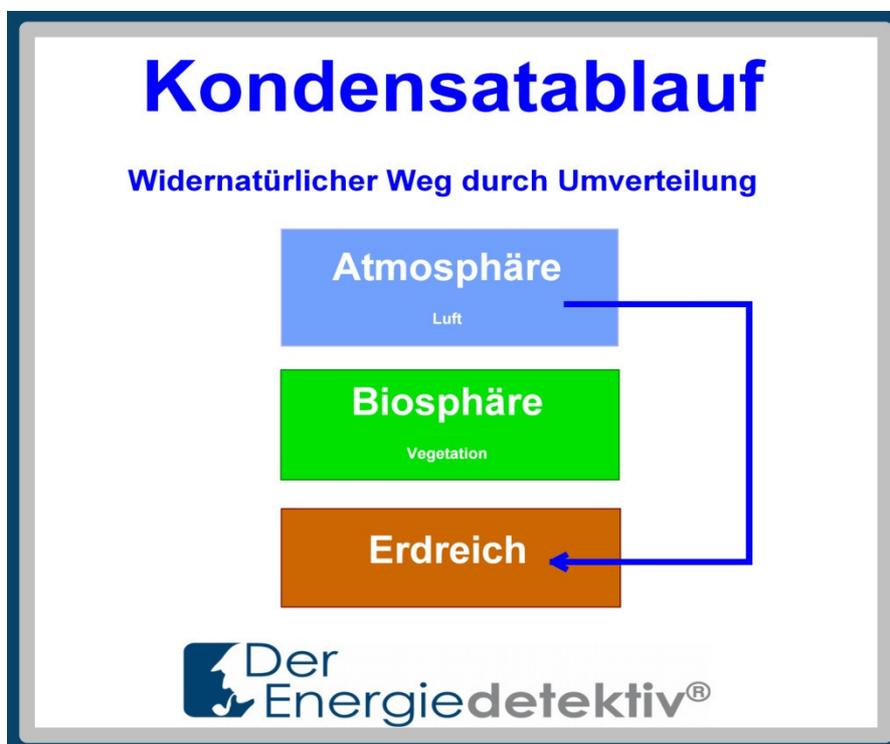


Bild 12-47: Bei der Energieentnahme mittels Luft-Wärmepumpe wird Feuchtigkeit aus der Atmosphäre als Kondensat, unter Umgehung des Speicherbereichs Biosphäre, in den darunter liegenden Speicher Erdreich umgeleitet

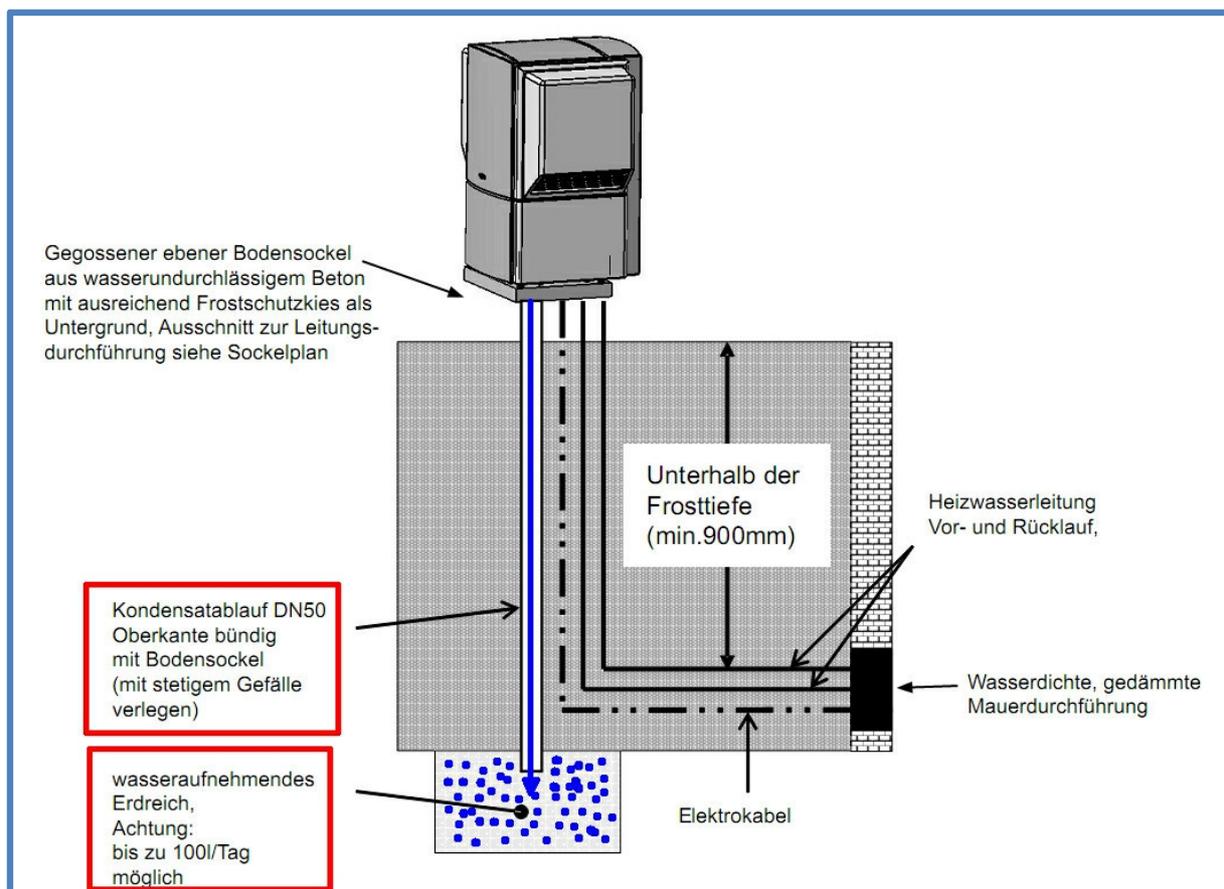
Noch problematischer ist wahrscheinlich die Entsorgung über die Kanalisation. Damit wird das Wasser sehr gezielt und weiträumig entsorgt. Über die Kläranlage gereinigt, erreicht dieses Wasser dann meist einen Fluss und wird über kilometerweite Strecken abtransportiert. Dieses Wasser steht damit überhaupt nicht mehr der lokalen Vegetation zur Verfügung. Ein in Graz in die Kanalisation entsorgtes Kondensat könnte im schlechtesten Fall beispielsweise über die Flussstrecke aus Mur, Drau und Donau im schwarzen Meer landen. Erst wenn es dort wieder verdunstet, besteht die Chance, dass es über Wolken und Niederschläge zurückkehrt. Ähnlich wird sich die Situation an vielen anderen Orten darstellen.

Nun betreffen die bisherigen Ausführungen die von uns zu vermutenden Stoff- und Energieflüsse. Über deren konkreteres Ausmaß ist vorerst allerdings schwer zu urteilen. Meist kommt dann rasch die Aussage, es handle sich ja nur um kleinste Mengen ohne jegliche Bedeutung. Was allerdings für die Einzelanlage noch plausibel erscheinen mag, stellt sich unter dem Gesichtspunkt der Gesamtstückzahl dann anders dar. Es gilt daher die betroffenen Kondensatmengen näher einzugrenzen. Technische Planungsunterlagen lassen zumindest eine erste grobe Einschätzung zu.

Bild 12-48 zeigt einen bearbeiteten Ausschnitt aus einer Planungsunterlage [10-4]. Wir haben dieses Bild auf den Kondensatablauf konzentriert und den Wasserablauf farbig schematisiert. Nach diesem Bild ist davon auszugehen, dass der Versickerungsbereich in mindestens einem Meter Tiefe gebildet wird. Diese Planungsunterlage führt im Detail noch an:

*Der Kondensatablauf muß mit stetigem Gefälle in einen Abfluss oder ein wasseraufnehmendes Erdreich erfolgen. **Es sind bis zu 100 Liter Kondensat pro Tag möglich!** Achtung: Bei erhöhter Schmutzbelastung durch z.B. Straßen- oder Blütenstaub besteht die Gefahr des Verstopfens des wasseraufnehmenden Erdreichs. Hier ist der Anschluss an die Kanalisation zu bevorzugen. Es wird empfohlen, das wasseraufnehmende Erdreich aus Kieselsteinen mit einer Korngröße von mindestens 50 mm - 80 mm (Grobkies) herzustellen.*

Damit liegen uns auch erste, grobe Angaben über die Kondensatmengen vor. Diese werden mit bis zu 100 Liter pro Tag angegeben. In der zitierten Planungsunterlage werden Luft-Wärmepumpen mit einem maximalen Luftvolumenstrom von 3.800 m³/h und einer maximalen Heizleistung von 14,4 kW behandelt.



*Bild 12-48: Schema für den Kondensatabfluss einer Luft Wärmepumpe nach [10-4]
Farbige Markierungen „Der Energiedetektiv“*

Über die Anzahl an Wärmepumpen sind entsprechende Daten bekannt. Aufgrund der in Kapitel 10 zitierten Unterlagen und Leistungswerten kann dann eine jährliche Kondensatmenge von bis zu etwa 30 Millionen Liter pro Tag für Deutschland abgeschätzt werden. Die Heizperiode umfaßt üblicherweise etwa den Zeitraum von Mitte September bis Mitte April. Dies wären rund 200 Tage. Wobei allerdings die erforderlichen Leistungswerte je nach Außentemperaturen sehr unterschiedlich ausfallen. Berücksichtigt man dieses Verhältnis, dann wäre in ganz Deutschland mit etwa 2 Milliarden Liter Kondensat zu rechnen. Das wären auf die Heizsaison

bezogen dann durchschnittlich 10 Millionen Liter Wasser pro Tag, das nun andere Wege geht, als unter den natürlichen Verhältnissen [12-17].

Bezogen auf die Gesamtniederschlagsmenge mag dies vielleicht als gering und vernachlässigbar erscheinen. Dennoch gehen wir davon aus, dass diese Verschiebung von Energie- und Stoffflüssen nicht ohne Nebenwirkungen auf das Bodenleben und das Klima bleiben kann. Denn die betreffenden Änderungen werden wohl im Einzelfall konzentrierter und kleinräumiger auftreten. Hinzu kommt über die Jahre gesehen wohl ein kumulativer Veränderungsprozess in den betroffenen Bereichen.

Zusätzlich ist immer die direkte Wirkung auf das Leben zu bewerten. So muß man sich vor Augen halten, dass der Mensch etwa 2 bis 2,5 Liter Wasser pro Tag benötigt [12-19]. Davon werden etwa 1,3 Liter getrunken und der Rest mit der Nahrung aufgenommen [12-20]. Über Kondensatabläufe aus den Luft-Wärmepumpen in Deutschland wird damit etwa so viel Wasser umgeleitet, wie 7,7 Millionen Menschen zum Trinken benötigen!

Der Vergleich mit diesem Wert macht vielleicht das Zerstörungspotential auch kleinster Verlustmengen in der Biosphäre verständlicher. Auf die Bevölkerung des Landes umgelegt bedeutet dies: Wenn bisher für die Gesamtbevölkerung gerade genug Trinkwasser zum Überleben vorhanden war und plötzlich diese genannten Mengen für die Bevölkerung unerreichbar wären, dann müßten in Deutschland etwa 7,7 Millionen Menschen über kurz oder lang einfach verdursten. Natürlich würde man sofort Gegenmaßnahmen ergreifen.

Über die Tatsache, dass eine derartige Menge an Trinkwasser dem Wasserhaushalt im oberen Bodenbereich entzogen ist, macht sich aber scheinbar niemand Gedanken. Dieses Wasser ist jedoch ebenfalls entscheidend und lebensnotwendig für sämtliche Kleinlebewesen im Bodenbereich. Wenn diese Menge Wasser fehlt, leidet selbstverständlich die Biosphäre darunter.

Es sind dann zwar nur Käfer oder Pflanzen die ggf. absterben. Aber wir können auch hier abschätzen, dass in Deutschland eine mit 7,7 Millionen Menschen vergleichbare Menge an Biomasse betroffen sein könnte. Nur die Anzahl an Individuen wäre

deutlich höher. Ein Marienkäfer hat nur 0,05 Gramm Gewicht, ein Mensch etwa 80 kg. Wenn man also nur das Gewicht der lebendigen Biomasse betrachtet, entspricht dies dem Absterben von 12.300 Milliarden kleinen Käfern ($12,3 \cdot 10^{12}$ Individuen).

Zugegeben, dieser Vergleich ist jetzt nur eine sehr grobe und erste Abschätzung. Man kann als Biologe wahrscheinlich viel daran aussetzen und korrigieren. Aber dieser Vergleich macht doch deutlich, dass es wahrscheinlich nicht ohne Konsequenzen bleibt, wenn derartige Mengen an Wasser der Luft entzogen und technisch am Leben einfach vorbei geleitet werden. In dieser Hinsicht sollte unsere Schätzung alarmieren ohne den Anspruch auf letzte Exaktheit zu stellen. Das können und sollen die kompetentere Biologen präzisieren.

Sicher ist allerdings, dass kein Tropfen Wasser auf unserem Planeten ungenutzt bleibt. Sei es, dass er klimatisch im Bereich der Verdunstung eine Rolle für Pflanzen spielt, dass er in der Atmosphäre zum Klimageschehen beiträgt oder, dass er direkt von Lebewesen als Trinkwasser genutzt wird. Es bleibt nichts ungenutzt auf unserem wunderbaren Planeten. Kommt es nun aber zu Umverteilungen, dann folgen daraus auch andere Verhältnisse für das Leben und das Klima. Hier ist die Situation in Bezug auf das Wasser keineswegs anders, als in Hinblick auf den solaren Energiestrom. Der menschliche Eingriff in bestehende Verteilungsvorgänge beeinträchtigt die bisherigen Nutznießer der ursprünglichen Verteilungswege und Arbeitsprozesse. Kein menschliches Handeln bleibt daher ohne Konsequenzen auf die Umwelt.

Neben Licht ist Wasser von entscheidender Bedeutung für jegliches Leben. Wird Luft abgekühlt und entstehendes Kondensat in tiefere Schichten abgeleitet, geht dieses Kondenswasser dem Bodenleben verloren. Dadurch wird die Luft trockener. Ist die Luft trockener, wird für den Bodenbereich in der Folge weniger Niederschlag verfügbar. Das bedeutet, es wird durch die Umverteilung im Wasserkreislauf das Bodenleben beeinträchtigt.

Wir müssen daher feststellen, dass bei Luft-Wärmepumpen das Bodenleben scheinbar nicht nur durch die Erhöhung der Frostgefahr am Boden beeinträchtigt wird. Auch die Kondensateinleitung in tiefere Bereiche wird nicht ohne negative Konsequenzen auf die Biosphäre bleiben.

In diesem Zusammenhang ist ergänzend auch darauf hinzuweisen, dass derartiges Kondensat nicht nur beim Heizbetrieb einer Luft-Wärmepumpe anfällt. Auch bei Klimaanlage sind derartige Effekte prinzipiell gegeben. Der Betrieb von Klimaanlage im Sommer erzeugt kühlere Raumbereiche ebenfalls mit Umverteilungsmechanismen bei Energieströmen und Wasserhaushalt. Auch hier ist ein Einfluss auf Klima und Bodenleben zu vermuten.

Ebenso trifft dies für Brauchwasser-Wärmepumpen zu. Diese stellen auch Luft-Wärmepumpen dar und entziehen der sommerlichen Luft Energie, um damit das Warmwasser zu erwärmen. Dabei trocknen sie die Umgebungsluft durch Kondensation. Das Kondensat wird in der Folge meist über die Abwasserleitung (Kanalisation) abgeführt. s. z.B. [12-26];[12-27]. Nähere Mengenabgaben haben wir allerdings nicht vorliegend und daher kann der Gesamteffekt derzeit nicht abgeschätzt werden. Im Unterschied zu den Heizungswärmepumpen arbeiten Brauchwasser-Wärmepumpen primär im Sommer. Sie führen daher in der warmen Jahreszeit zu einer Umverteilung der Luftfeuchtigkeit in andere Speichersysteme.

Die Umverteilung des in der Luft enthaltenen Wassers beeinträchtigt einerseits die Biosphäre. Sie wird i.A. an der lokalen Vegetationsschicht vorbei in andere Regionen umgeleitet. Das kann das Grundwasser betreffen oder über die Kanalisation andere Wasserläufe, Flüsse bis zum nächsten Meer reichen. Diese Umverteilung von Wassermengen beeinträchtigt jenes Bodenleben, das bisher davon Nutzen ziehen konnte. Wenn durch Wassermangel das Leben am Boden beeinträchtigt wird, dann ist in der Folge natürlich auch die Kühlfunktion der überlebenden Vegetation verringert. Somit kommt im Laufe des Jahres auch noch ein zusätzlicher negativer Effekt beim Temperatenausgleich durch Verdunstung hinzu.

Zusätzlich erfolgt durch das Kondensat ein Eintrag in tiefere Schichten des Erdreichs unter Umgehung der darüber liegenden Erdschichten. Dadurch kommt es auch zu einer Verschiebung der Energiezustände innerhalb des Erdreichs. Darauf werden wir etwas später nochmals eingehen. Viele Luft-Wärmepumpen ermöglichen in der Zwischenzeit auch einen aktiven Kühlbetrieb im Sommer. Zusätzlich nimmt die Zahl der Klimaanlage ständig zu. Auch diese Anlagen haben ähnliche Effekte der Umverteilung. Auf diese wollen wir im nächsten Abschnitt aufmerksam machen.

12.10.2 Klimaanlage – wenn es kälter werden soll

Unsere heutige, wenig durchdachte Bauweise und unsere zunehmenden Komfortwünsche führen dazu, dass in Regionen in denen dies gar nicht nötig wäre vermehrt Klimaanlage installiert werden. Zu den Ursachen gehören dabei heute aber auch der hohe Stromverbrauch für EDV und Telekommunikation. All diese Faktoren führen dazu, dass die Anzahl an installierten Klimaanlage ständig steigt.

Wichtig ist aber zu verstehen, dass Klimaanlage nicht wegen des Klimawandels nötig sind, sondern wegen der Unfähigkeit sinnvolle technische Lösungen mit den Begehrlichkeiten einer schuldenfinanzierten Konsum- und Umverteilungsgesellschaft in Übereinstimmung zu bringen.

Klimaanlagen arbeiten nach dem gleichen Prinzip wie Wärmepumpen. Nur liegt die Nutzerseite jetzt im kalten Bereich. Wärme wird dem Raum entnommen und nach außen geführt. Auch hier erfolgt ein Eingriff in Energieflüsse und es kommt zu einer Umverteilung von Energie- und Stoffflüssen. Um diese Umverteilungseffekte einschätzen zu können, benötigen wir genauere Zahlen. Diese konnten wir zur deutschen Marktentwicklung bzw. -prognose einer Studie des deutschen Umweltbundesamtes entnehmen [12-35]. Bild 12-49 zeigt die Entwicklung des Marktes anhand der Stückzahlen in den unterschiedlichen Anwendungsbereichen. Bild 12-50 zeigt die Entwicklung der Gesamtleistung. Für das Jahr 2015 werden folgende Werte angegeben, die wir nun weiterverwenden wollen, um den aktuellen Zustand beschreiben zu können.

- Stückzahl – Klimaanlage 2.608.248
- Leistung in kW 11.952.402

Den Umverteilungseffekten wollen wir analog zur Frage der Luft-Wärmepumpe auf die Spur kommen. Wesentlich erscheint uns dabei die Tatsache, dass auch bei Klimaanlage Kondensat anfällt. Das ist Wasser, das ursprünglich in der Luft enthalten war. Aufgrund der Funktion von Klimaanlage wird dieses Wasser der Luft entzogen und fällt dann als Kondensat an.

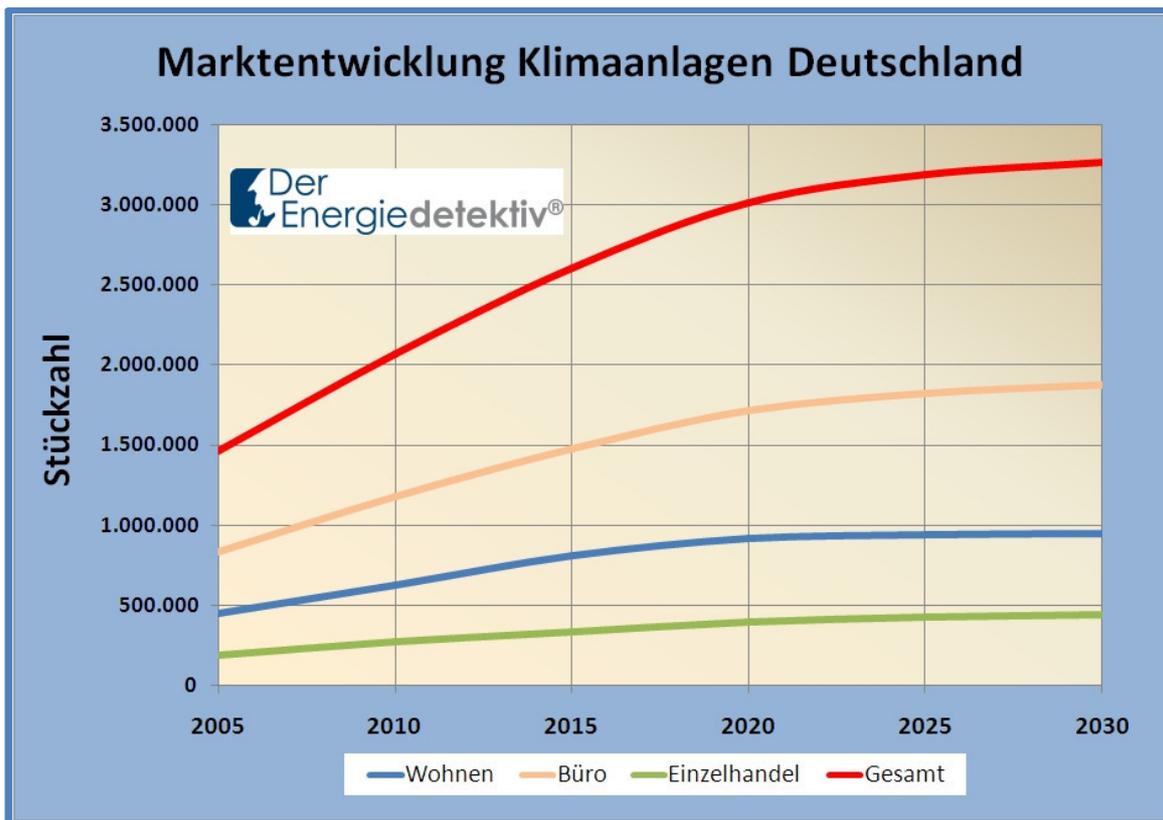


Bild 12-49: bis zum Jahr 2030 erwartet man für Deutschland. über 3,3 Millionen Klimaanlage

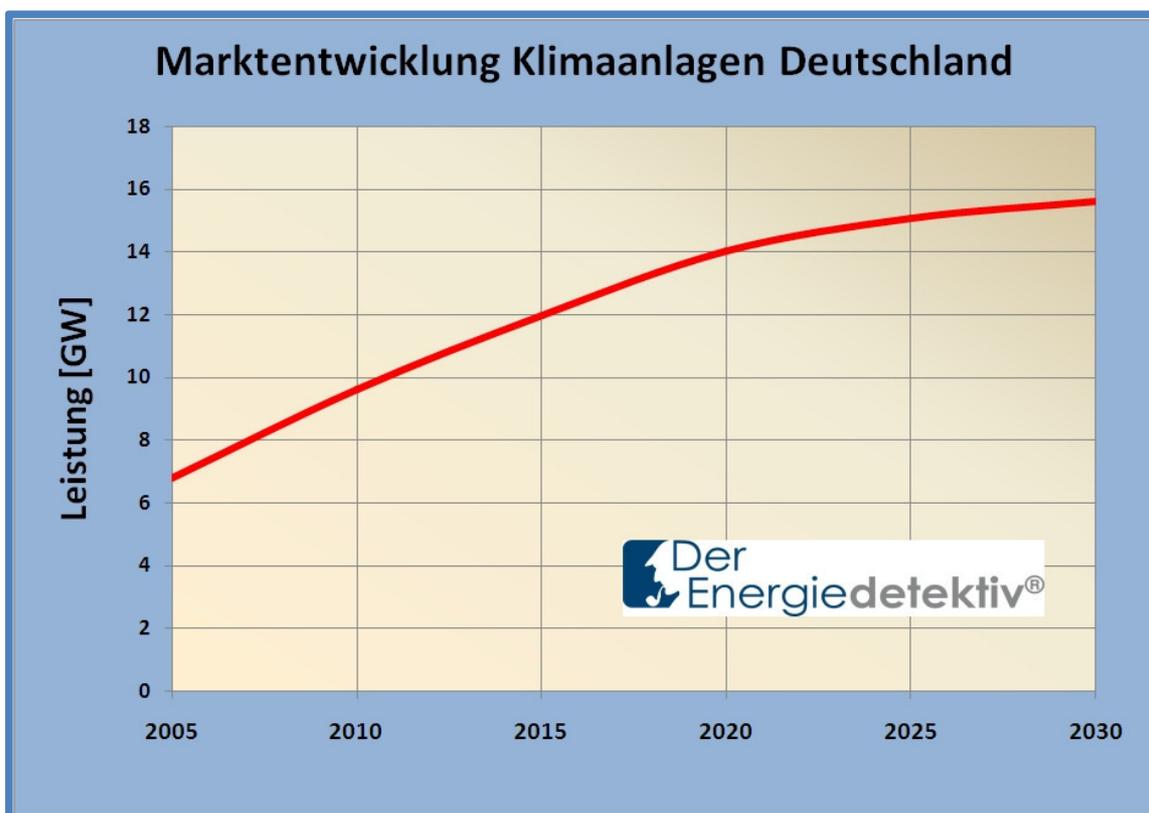


Bild 12-50: die Gesamtleistung der Klimaanlage soll in Deutschland bis 2030 bei etwa 15,6 Gigawatt liegen

Üblicherweise wird das Kondensat auch hier in einer Wanne oder ähnlichen Vorrichtungen gesammelt. Danach wird dieses Wasser entweder zum Versickern gebracht oder in die Kanalisation abgeleitet. Bild 12-51 zeigt die beiden Prinzipskizzen aus einer Firmenschrift [12-36].

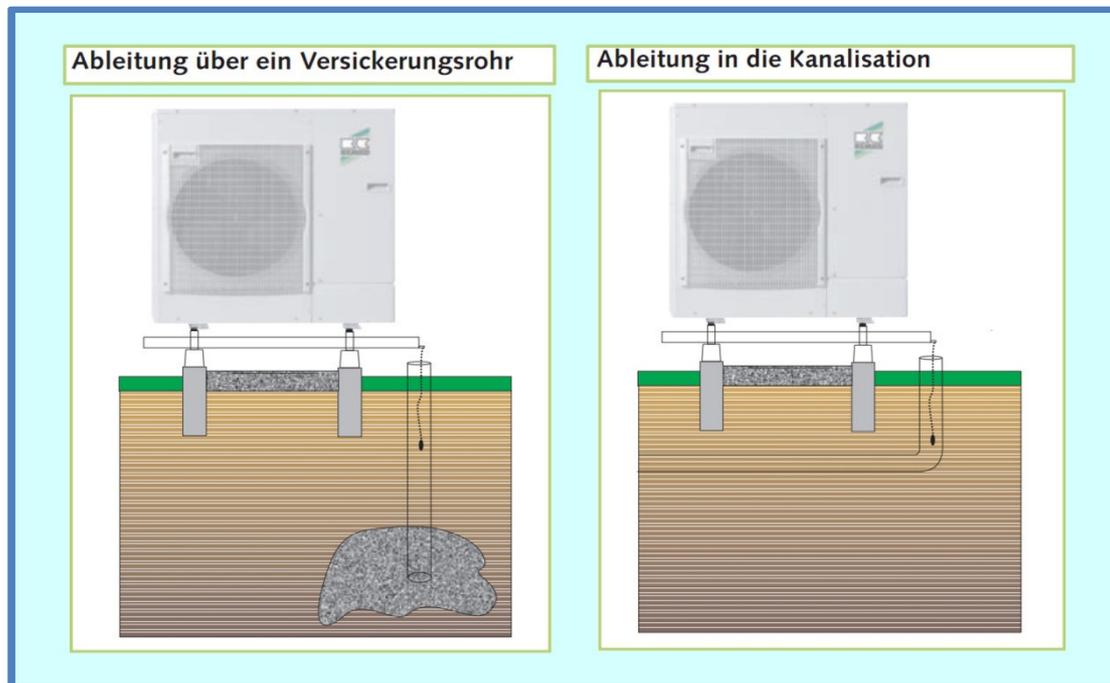


Bild 12-51: Zusammenstellung zweier prinzipieller Skizzen zur Ableitung des Kondensats nach einer Firmenschrift [12-36]

Es kommt damit bei dieser Art der Technik, gleichartig wie bei der Luft-Wärmepumpe, zu einer Änderung der Stoffflüsse für das wichtige Lebens- und Klimamittel Wasser. Wir halten diese Umverteilung von Wasser, das ursprünglich in der Luft enthalten war, für durchaus problematisch. Unabhängig von den Mengen kommt es zu negativen Effekten auf zwei sehr sensible Bereiche: zum einen ist das Leben bzw. die Biosphäre im Bodenbereich betroffen. Hier ist Wasser als Lebensmittel relevant. Zum anderen führt dies auch zu Nebenwirkungen im Klimageschehen. In diesem Zusammenhang ist wichtig zu erkennen, dass Wasser das wichtigste Klimamittel aber auch das wichtigste Lebensmittel ist.

Wasser dient als „Kältemittel“ zur Klimastabilisierung durch Verdunstung an der „Verdampferoberfläche“ Erdboden. Verdampftes Wasser wiederum dient zum Wärmetransport in der Atmosphäre und verringert zum Beispiel über Wolken eine zu starke, direkte Energieeinstrahlung an die darunter liegenden Bereiche.

Das Kondensatwasser wird entweder in einen Versickerungsbereich in ca. 1 m Tiefe (unter der Frostschutzgrenze) ins Erdreich eingeleitet. Oder es wird über einen Entwässerungskanal in die Kanalisation geführt. In beiden Fällen werden nun Wassermengen umverteilt. Sie werden der Atmosphäre entnommen und dann an andere Orte verbracht.

Der Prozess ist damit ähnlich wie bei den Luft-Wärmepumpen im Winter. Er konzentriert sich jetzt allerdings auf die ohnedies heiße Jahreszeit. Im Sommer besteht ja eine hohe Temperaturbelastung der Luft. Diese wird, wie weiter oben gezeigt, auch durch die Verlustwärme aus Solaranlagen verstärkt. In Summe ergeben sich so zahlreiche, einander verstärkende Faktoren. Dies kann dann negative Auswirkungen auf die betroffenen Bereiche haben. Die lokale Vegetationsschicht wird von diesen Wassermengen nicht erreicht, da das Wasser entweder in tieferen Bereichen versickert oder über die Kanalisation entsorgt wird. Dies kann nun mehrere negative Effekte haben, je nachdem, ob man das Wasser als Lebensmittel oder Klimamittel betrachtet:

- **Biosphäre:** Trockenheit bzw. Schwächung der Vegetation und des Lebens in der Bodenschicht, Auswirkungen auf Nahrungskette und Kleinlebewesen
- **Klimaeffekt Bodenbereich:** Verringerung der Verdunstung über Vegetation an der Erdoberfläche und dem damit verbundenen Kühleffekt in der unmittelbaren Biosphäre
- **Klimaeffekt Atmosphäre:** die Luft wird trockener und wärmer, Wolkenbildung und Niederschlag werden vermutlich unwahrscheinlicher bzw. zu anderen Zeiten oder in anderen Regionen stattfinden
- **Klimaeffekt durch verstärkte Sonneneinstrahlung:** damit wird die Sonneneinstrahlung im Bodenbereich intensiver, während gleichzeitig die Kühlfunktion der Verdunstung von Niederschlägen fehlt,
- **Verwüstung** – Desertifikation als mögliches Szenario, aufgrund sich länger akkumulierender Effekte. Es kommt zu einem sich hoch schaukelnden Prozess: die Energiebelastung am Boden steigt, die Kühlfunktion ist reduziert. Damit wird das Leben geschwächt, es bilden sich vegetationslose, hochabsorbierende Bodenbereiche. Dies lässt wiederum die Umwandlung von Sonnenstrahlung in Wärme ansteigen und verstärkt den Prozess weiter.

Wie in anderen Kapiteln beschrieben, ist der Trocknungseffekt insbesondere in stark besiedelten Bereichen nicht zu unterschätzen. Im innerstädtischen Bereich wird dabei ein Teufelskreis in Bewegung gesetzt, der ggf. negative Auswirkungen in zahlreichen weiteren Bereichen auslösen könnte.

Man vergleiche dazu auch die noch folgenden Ausführungen in Zusammenhang mit Elektromobilität und Wärmedämmung an Außenwänden. Für unsere Frage in Zusammenhang mit Klimaanlage ist nun aber vor allem interessant, um welche Mengen an Kondensat es sich handeln könnte. Für westeuropäische Klimaverhältnisse kann angenommen werden, dass je 1 kW Kälteleistung etwa 0,5 bis 0,8 Liter Tauwasser pro Stunde anfallen [12-37].

Da wir Leistungswerte aus den Marktdaten verfügbar haben, können wir die stündlichen Tauwassermengen für Deutschland zumindest abschätzen:

- Gesamtleistung 2015: 11.952.402 kW
- Wassermenge: 0,5 bis 0,8 Liter pro Stunden
- Kondensatmenge in Deutschland: 5.976.200 bis 9.562.000 Liter pro Stunde.

Im Hochsommer kann es bei Hitzewellen erforderlich sein, dass die Klimaanlage faktisch ständig läuft. Für solche Fälle ergibt sich eine Bandbreite von 143,4 Millionen bis 229,5 Millionen Liter Wasser pro Tag, die der Luft entnommen und dem Kanal oder tieferen Versickerungsbereichen zugeführt werden.

Welchen Effekt dies auf die Biosphäre haben kann, wird deutlich, wenn man die täglichen Mengen mit der Anzahl der Einwohner in Deutschland vergleicht. Ende 2015 betrug die Einwohnerzahl 82.175.684 Menschen [12-38].

Das bedeutet pro Tag und Einwohner würden in Deutschland 1,74 bis 2,8 Liter Wasser aus Klimaanlagen entsorgt. Dieses Wasser wird der Luft entnommen und an der Vegetationsschicht vorbei in andere Bereiche umgeleitet.

Die Wassermenge entspricht damit ziemlich genau jener Wassermenge, die als Trinkwasser das Überleben der Bevölkerung sichert. Wenn dieses Wasser dem

Lebensbereich am Boden nun nicht zur Verfügung steht, dann können wir davon ausgehen, dass dies nicht ohne dramatische Nebenwirkungen auf die Biosphäre und das Klima bleiben kann.

Wir kommen daher für die Verwendung von Klimaanlage noch massiver zu dem Schluss, dass die Umverteilungsprozesse von Energie in Zusammenhang mit dem Klima- und Lebensmittelwasser zu durchaus kritischen Folgewirkungen führen könnten.

Bemerkenswert ist dabei, dass natürlich die höchste Temperaturbelastung im Sommer mit klarem Wetter und bereits niedriger Luftfeuchtigkeit einhergeht. Nun wird dann im menschlichen Umfeld Wasser der Luft entzogen und ggf. an der oberen Bodenschicht vorbei in tiefere Regionen geführt. Interessant ist, dass die Abschätzung ergibt, dass die abgeleitete Menge recht gut mit der menschlichen Trinkwassermenge zusammenpasst.

Man könnte nun sagen, der Mensch verweigert der Atmosphäre in der Umwelt sein Schweißwasser. Diese Wassermenge fehlt dann in der Atmosphäre als klimastabilisierender Faktor.

824

Salopp formuliert bedeutet dies, würden wir Menschen mehr schwitzen, wäre das Klima stabiler und die sommerliche Erwärmung der Luft geringer. Der Stromverbrauch für all die Klimaanlage könnte dann eingespart werden.

Nutzen wir aber die Klimaanlage und gewinnen den elektrischen Strom direkt aus dem solaren Energiestrom, dann erhöhen wir zusätzlich auch am Produktionsort die Lufttemperatur. Unsere Umverteilungsmechanismen bei Wasser und Sonnenenergie sind dann gleichzeitig an mehreren Orten und über mehrere Mechanismen Auslöser einer Klimaänderung!

12.10.3 Exkurs Brennwerttechnik und Kondensatableitung

In diesem Zusammenhang ist auch auf eine weitere Art der Kondensatableitung hinzuweisen. Bei Heizungsanlagen wird zunehmend auf Brennwerttechnik gesetzt. Auch hier fällt dann Kondensat an. Dieses Kondensat wird gesammelt und ebenfalls als Abwasser abgeleitet. Normalerweise wird dieses Kondensat daher über die Kanalisation entfernt.

Die Mengen können auch in diesem Fall grob abgeschätzt werden. Wir haben dies anhand von Angaben zur Marktsituation in Deutschland durchgeführt. Bei der für 2015 bekannt gegebenen Anzahl an Brennwertkesseln für Erdgas bzw. Heizöl wäre geschätzt etwa eine Menge um 5 bis 6 Milliarden Liter Kondensatwasser pro Jahr betroffen. Bezogen auf die gesamte Einwohnerzahl käme man auf etwa 70 Liter pro Jahr. Dieses Kondensat fällt während des Heizbetriebs im Winter an. Nimmt man die Dauer der Heizsaison mit 200 Tagen an, dann beträgt die tägliche Kondensatmenge etwa 350 Milliliter pro Einwohner in Deutschland.

Allerdings muß man dazu sagen, dass der betreffende Wasserdampf erst durch die Verbrennung entsteht. Dieser Wasserdampf würde mit herkömmlicher Technik über den Rauchfang an die Atmosphäre abgegeben werden. Mit der Brennwerttechnik wird hingegen das Abgas der Heizungsanlage soweit abgekühlt, dass dieser Wasserdampf zumindest teilweise kondensiert.

825

Wir haben also hier Wasser, das bisher nicht in der Atmosphäre war, sondern neu "auf die Welt kommt". Die anfallende Kondensatmenge betrifft also zusätzliches Wasser, das bisher nicht existent war. Es entsteht bei der Verbrennung neu, ebenso wie das Kohlendioxid. Beide Abgase (Wasserdampf bzw. H_2O und CO_2) sind ein Ergebnis der Reaktion des kohlenstoffhaltigen Brennstoffes mit dem Sauerstoff der Luft.

Durch die Verbrennung wird die Atmosphäre dadurch verändert, dass bisher vorhandener Sauerstoff mit neu hinzukommenden (fossilen) Kohlenwasserstoffen reagiert. An den neuen Verbindungen in der Atmosphäre ist allerdings jeweils nur der Anteil des Kohlenstoffs bzw. des Wasserstoffs neu. Der Sauerstoff war vor der

Verbrennung bereits in der Atmosphäre und ist jetzt in gebundener Form in Kohlendioxid CO_2 oder Wasserdampf H_2O in der Atmosphäre enthalten.

Es ist dies eine Tatsache, die meist in Zusammenhang mit der Klimadebatte übersehen bzw. negiert wird. Die Diskussion konzentriert sich auf die CO_2 -Problematik. Aber mit der Verbrennung fossiler Brennstoffe kommt auch zusätzliches Wasser bzw. Wasserdampf in das irdische System. Auf der anderen Seite wird der bisherige Sauerstoffgehalt reduziert.

Wasserdampf ist ebenfalls ein Treibhausgas. Allerdings klingt H_2O wahrscheinlich nicht ganz so giftig wie CO_2 . Wasser bzw. Wasserdampf hat auch die Zusatzfunktion, dass es als zusätzliches „Kältemittel“ in der irdischen Klimaanlage wirkt. Durch Verdunstung kommt es zu einem Kühleffekt im Bodenbereich. Leider werden diese Tatsachen in Zusammenhang mit der CO_2 Problematik meist nicht beachtet bzw. sind in den Medien nicht wahrnehmbar.

Für unsere Betrachtungen hier ist wichtig zu verstehen, dass es hier zunehmende Mengen an Wasser gibt, die nun andere Wege nehmen. Bei konventioneller Technik hätte der „neue“ Wasserdampf die Luft befeuchtet. Gleichzeitig hätte er eine höhere Energiemenge über den Schornstein direkt an die Atmosphäre abgegeben.

Durch die Brennwerttechnik wird der Energie- und Stofffluss nun derart geändert, dass das Wasser als Kondensat abgeleitet wird und vorerst die Luft nicht erreicht. Er kann daher die Luft vorerst nicht befeuchten. Bei der Ableitung ist das Kondensat zwar weitgehend abgekühlt. Es verändert aber immer noch einen Teil des Energieflusses. Die im Kondensat enthaltene thermische Energie geht nun ebenfalls in die Kanalisation und nicht in die Atmosphäre.

Beide Faktoren führen natürlich auch zu Änderungen in der Energiebilanz der Speichersysteme. Die zeitgleiche Befeuchtung der Luft durch die Verbrennung von fossilen Brennstoffen wird verringert. Diese Wassermenge wird direkt Richtung Erdoberfläche oder Erdoberfläche (Kanalisation) umgeleitet. Verbunden damit ist auch ein gewisser zusätzlicher Energieeintrag, der von der Temperatur des Kondensats abhängt.

In Summe ist daher für die Bereiche Luft-Wärmepumpe, Klimaanlage und Brennwertechnik eine Veränderung von Stoff- und Energieflüssen gegeben.

Der von uns gebrachte Vergleich mit dem täglichen Wasserbedarf der Bevölkerung zeigt, dass es sich um Mengen handelt, die für die Biosphäre durchaus Bedeutung haben. Denn dieses Wasser fehlt vorerst einmal für die Bodenvegetation. Es fehlt aber auch im Verdunstungsprozess mit dem Kühleffekt für den Bodenbereich.

Die ebenfalls gegebenen Energieflüsse verändern zusätzlich den Energieinhalt der Speichersysteme. Diese Faktoren gemeinsam könnten zu durchaus unangenehmen und bedrohlichen Nebeneffekten für das Leben und das irdische Klima führen. Dann würde sich Klimaschutz rasch ins Gegenteil verkehren!

12.11 Zeitlich koordinierter Trocknungsprozess für Luft

Aus der Kombination mehrerer technischer Vorgänge könnten sich nun verstärkende Effekte entwickeln, die einen entscheidenden Einfluss auf das irdische Klima und das irdische Leben haben. Als Beispiel dafür soll uns ein Szenario mit den Nebenwirkungen von Luft-Wärmepumpen zu Heizzwecken und Photovoltaikanlagen dienen. Es handelt sich um ein logisch aufgebautes und anhand unserer Beobachtungen auch wahrscheinliches Szenario. Es zeigt wie die Nutzung „erneuerbarer Energie“ potentiell zum Klimawandel beitragen kann.

Wir wollen bei dieser Situation die ausklingende Heizperiode betrachten. Am Ende der Heizperiode ist vor allem nachts noch Heizbetrieb erforderlich. Dies weil in der Nacht üblicherweise die Temperaturen deutlich niedriger sind als tagsüber. Gleichzeitig ist tagsüber das Sonnenangebot schon hoch genug, um eine ansehnliche Stromproduktion aus den Photovoltaikanlagen zu erzielen.

Wir haben also in dieser Zeit tagsüber eine relativ hohe Leistung bei den Photovoltaikanlagen. Der Wirkungsgrad ist zwar jetzt etwas höher, da die noch kalte Umgebungsluft die Solarzellen besser kühlt als im Sommer. Dennoch bleibt der Abwärmeanteil hoch. Diese Verlustwärme erwärmt die Luft, was die relative Feuchtigkeit senkt.

828

Die warme Luft steigt auf und könnte mit dem Strahlungsanteil der Abwärme nun höher liegende und noch verschneite Bereiche zum Abschmelzen bringen (vergl. Bild 12-17). Das abschmelzende Wasser folgt primär den Wasserläufen. Ein Teil davon wird ggf. die Luft anreichern.

Die Photovoltaikanlagen erreichen ihre höchste Leistung und Abwärme wahrscheinlich am frühen Nachmittag. Die Luft wird in den Nachmittagsstunden daher noch etwas wärmer.

Im Schattenbereich von Photovoltaikanlagen ist nun die Bodentemperatur geringer. Dies beruht auf dem fehlenden direkten Sonnenlicht aufgrund des Schattenwurfs (vergl. Bild 12.13. und 12.14). Das Wasserangebot ist aufgrund der die Fläche überdeckenden Solarmodule nun ebenfalls gering. Denn direkter Regen ist nicht

mehr zugänglich. Tau als befeuchtender Niederschlag käme eventuell noch in Frage. Allerdings dürfte aufgrund der Erwärmung der Luft und damit der verringerten relativen Feuchtigkeit auch dieser Prozess beeinträchtigt sein. Damit sieht die Chance für die Vegetation im beschatteten Bereich von Solarmodulen deutlich schlechter aus.

Unweit von den größeren Photovoltaikanlagen befinden sich in der Stadt und dem umliegenden größeren Siedlungsgebiet zahlreiche Luft-Wärmepumpen. Am späteren Nachmittag oder Abend sinkt die normale Lufttemperatur. Damit bekommt die Luft-Wärmepumpen das Signal, dass es Zeit wird, den Heizbetrieb zu aktivieren. Also laufen in dieser Stadt gleichzeitig zahlreiche Wärmepumpen an. Das Stromnetz muß diese Herausforderung meistern, obwohl inzwischen der Solarstrom gegen null geht. Aber das ist ein technisches Problem, das immer noch mit konventionellen Kraftwerken samt CO₂-Emmission gelöst wird.

Andere Probleme hat aber nun die Biosphäre. Denn die Wärmepumpen entziehen jetzt der bodennahen Luft die Heizenergie. Dabei wird diese Luft nun kälter aber gleichzeitig auch trockener. Das der Luft entzogene Wasser wird über die Kondensatableitungen in tieferen Schichten zur Versickerung gebracht (vergl. Bild 12-48). Es führt dort zu einer Änderung der Temperaturschichtung im Energiespeicher Erdreich.

Im oberen Bodenbereich im größeren Umfeld rund um die Wärmepumpen sammelt sich daher nun in der Nacht kalte, aber trockene Luft. In diesem Bereich ist der Boden nicht von den Solarmodulen beschattet gewesen. Damit ist er ein wenig wärmer als jener unter den Solarflächen. Die Luft darüber wird aber nun kälter und trockener. Der sonst entstehende Tau fällt damit in der Nacht nun auch nicht mehr aus.

Durch die Trocknungseffekte aufgrund der kombinierten Wirkung der Abwärme aus der Solaranlage während der Tagstunden und der künstlichen Entfeuchtung über Luft-Wärmepumpen mit großen Anteil in den Nachtstunden bleibt insgesamt die Luft extrem trocken. Regen, aber auch Tau, fehlen als Niederschlag. Damit leidet die Bodenvegetation bereits zu Beginn der Vegetationsperiode starken Durst.

Stattdessen wird das Wasser aus der Luft in das Grundwasser oder über Flüsse in fernere Regionen abgeleitet. Erst wenn es dort wieder verdunstet und später über Wolken und Niederschläge zurückkehrt, wird die Vegetationsschicht wieder eine Chance erhalten, mit diesem Wasser versorgt zu werden.

Dabei besteht dann allerdings die Gefahr, dass es durch die zeitliche Verschiebung vermehrt zu Starkregenereignissen kommt. Es passiert ähnliches wie bereits zum Temperaturverlauf gezeigt wurde (vergl. Bild 12-26 und Tabelle 12-27). Auch für die Niederschläge können bei einer konstanten Gesamtsumme durch Änderungen im zeitlichen Verlauf massive Beeinträchtigungen für das Leben stattfinden.

Wir haben zur Erläuterung solcher Effekte die Niederschlagswerte für den Standort Graz Universität in Bild 12-52 dargestellt. Die schwarze Linie zeigt den typischen Verlauf der Niederschläge. Dargestellt ist die Jahressumme der mittleren monatlichen Niederschläge. Es handelt sich um Werte für den Zeitraum 1981 bis 2010.

Diese Werte haben wir nun in einen Szenario verändert. Dabei wurden die Niederschläge von Jänner bis April verringert. Die verringerte Niederschlagsmenge wurde dann von Mai bis August wieder hinzugefügt. Dabei wurde das Szenario so ausgelegt, dass niederschlagsreiche Monate noch reicher wurden. Insgesamt bleibt über das Jahr die Gesamtmenge der Niederschläge konstant. Allerdings hat sich deren zeitliche Verteilung nun geändert.

In Bild 12-52 ist die jeweils aufaddierte Jahressumme dargestellt. Hier scheint die gegebene Änderung kaum relevant. Denn langfristig werden gleiche Werte angestrebt. Kurzfristig allerdings ist die Situation völlig anders.

Das wird in Bild 12-53 deutlich. Hier haben wir den Verlauf der jeweiligen Monatswerte dargestellt. Der Vergleich der beiden Kurven läßt erkennen, wie stark die Trockenheit in den Monaten Jänner bis April ist. Andererseits kommt es dann im Hochsommer zu einem starken Anstieg der Niederschlagsmengen.

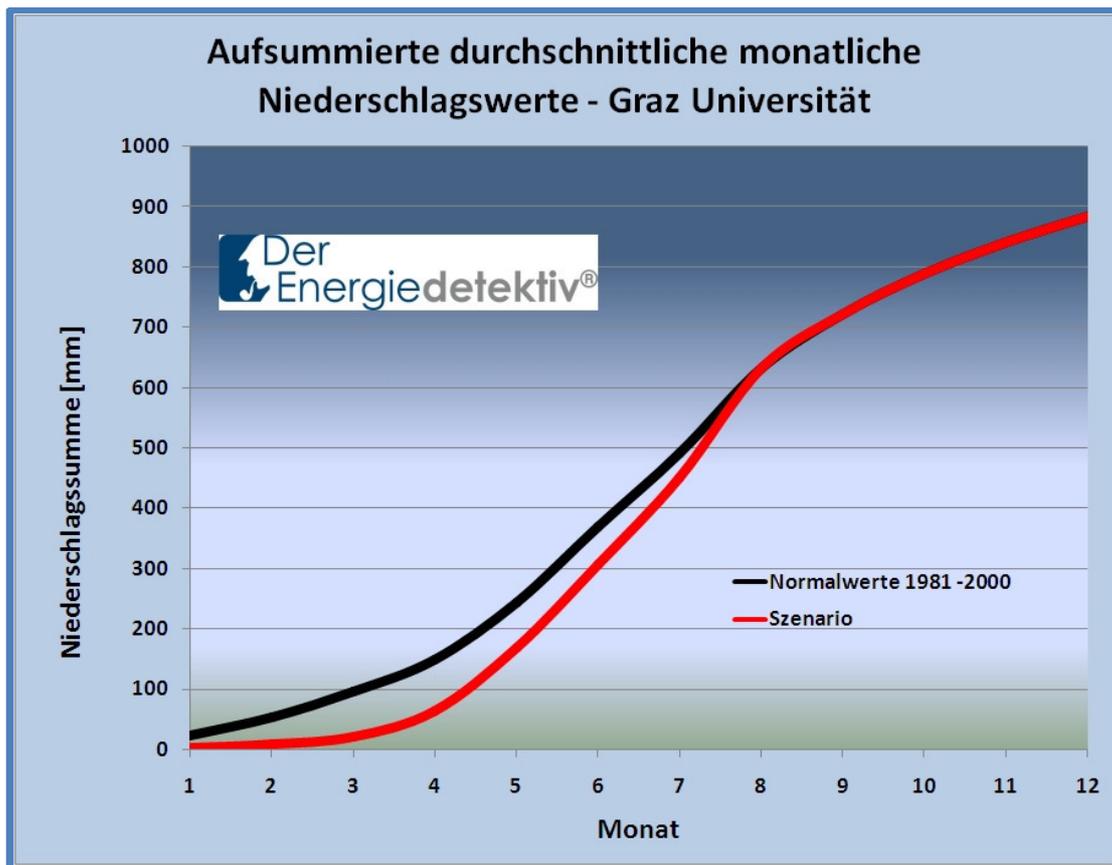


Bild 12-52: wir haben in einer Szenariodarstellung die Verteilung der Niederschlagswerte bei konstant bleibendem Gesamtniederschlag etwas geändert

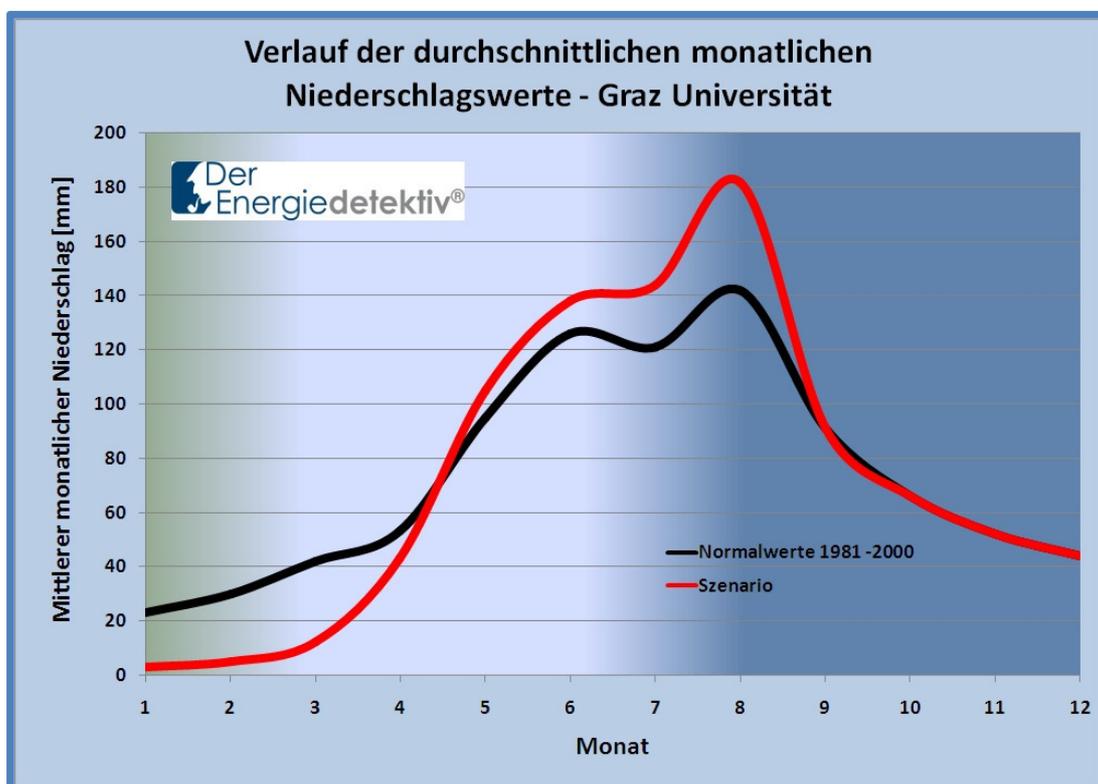


Bild 12-53: die Verschiebung der monatlichen Niederschlagswerte führt im Szenario zu Trockenheit Anfang des Jahres und Zunahme der sommerlichen Niederschläge

Ähnlich wie bei der Temperatur bleiben der Mittelwert und die Jahressumme konstant. Auf den ersten Blick gab es keine Änderungen. Bei genauerer Betrachtung fällt die jahreszeitliche Änderung auf. Das Szenario soll dabei die geschilderten Verschiebungseffekte zwischen den Speichersystemen verdeutlichen.

Diese führen in diesem Beispiel zur Dürreperiode am Beginn des Jahres und extremen Niederschlägen im Sommer. Es erscheint uns dies ein durchaus plausibles Szenario zu sein. Vorstellbar alleine aufgrund der gegebenen Änderungen durch die Energiewende. Die aktuellen Entwicklungen und Wahrnehmungen unterstützen unserer Meinung nach auch diese These.

Besonders kritisch ist eine solche zeitverschiebende Wirkung auf Energie- oder Stoffflüsse in Zusammenhang mit der Vegetation. Dadurch könnte im Extremfall die Nahrungsversorgung massiv beeinträchtigt werden. Erhöhte Trockenheit am Anfang der Vegetationsperiode kann die Frostgefahr erhöhen (klare, kalte Nächte im zeitigen Frühjahr), kann aber auch die Vegetation aufgrund von Niederschlagsmangel schädigen (Dürre nach der Saat).

Wird das im Frühjahr fehlende Wasser nun in den Herbst verschoben, kann es dort zu massiven Nebenwirkungen auf die Ernte kommen. Die erhöhten Niederschläge lassen dann in der Erntezeit die Früchte verderben und abfaulen. Schädlinge und Pilze vernichten letztlich die Ernte, während der Bauer verzweifelt auf ein paar trockene Tage wartet, um die Ernte einzufahren.

Sowohl das Klima, als auch unsere Nahrungsversorgung hängen vom ewigen Prinzip von Saat und Ernte ab. Wenn wir nun Störmechanismen in diesen Kreislauf einbringen, bringt das die Grundlagen des Lebens durcheinander! Zwar bleiben die Gesamtbilanzen von Energie und Wasser gleich. Aber die Verteilungsprozesse haben sich zeitlich und örtlich verändert. All das als Folge einer undurchdachten Energiewende. Die Menschheit glaubt das Klima zu schützen, die Welt zu retten und erzeugt in Wirklichkeit Klimakatastrophen, Hunger und Not. Ein aus unserer Sicht durchaus vorstellbares Szenario. Allerdings werden eher Meteorologen dazu berufen sein, entsprechende genauere Modelle aufgrund der unbestreitbar gegebenen Verschiebungseffekte zu entwickeln.

Unsere Aufgabe hingegen ist auf die hier bestehende Gefahr in aller Deutlichkeit hinzuweisen. Diese betrifft eine Klimaänderung aufgrund des vermehrten und großtechnischen Einsatzes von „erneuerbarer Energie“.

Diese Klimaänderung hat Auswirkungen auf die regionale und zeitliche Verteilung von Temperaturen und Niederschlägen. Sie ergibt sich aufgrund geänderter Energieflüsse und Stoffflüsse in die klimarelevanten Speichersysteme.

Dabei ist diese Änderung auch dann vorhanden, wenn die energetische Gesamtbilanz nicht geändert wird. Es muß also gar nicht mehr Energie im „Treibhaus Erde“ vorhanden sein. Alleine die Tatsache der geänderten Umverteilung von Energie und/oder Wasser in unterschiedliche Speichersysteme führt bereits zu dieser Klimaänderung.

Neben der Wirkung auf das Klimageschehen erscheint uns die Auswirkung auf die Biosphäre besonders problematisch. Dabei geht es dann gar nicht nur um den Schutz des Menschen und seiner Nahrungsversorgung. Es geht um den Schutz der gesamten Biosphäre. Denn jeder Klimaschutz kann nur daran gemessen werden, wie sehr es gelingt das Leben zu schützen. In dem von uns dargestellten Szenario ist dies aber ganz bestimmt nicht der Fall. Dies zeigt unser Szenario.

Allein durch die geschilderten Nebenwirkungen zweier Nutzungsarten von erneuerbarer Energie kommt es zu negativen Effekten auf die Biosphäre. Im beginnenden Frühjahr sind mehrere Faktoren für die Entwicklung der Vegetation entscheidend:

- die zunehmenden Temperaturen
- das Wasserangebot und
- das Angebot an Sonnenlicht.

Besonders kritisch ist eine Situation in der der Klimastress erhöht wird, also höhere Schwankungsbreiten in kurzen Zeiträumen abgedeckt werden müssen. Dies ist dann beispielsweise der Fall, wenn es tagsüber sehr warm wird aber nachts Frostgefahr besteht. In all diesen Bereichen führen sowohl Photovoltaikanlagen über Freiflächen als auch Luft-Wärmepumpen zu negativen Umverteilungseffekten.

Gleichzeitig haben wir in Kapitel 10 ausführlich dokumentiert, welche Umverteilungseffekte bereits im Winter im Bodenbereich gegeben sind. Der kältere Boden sorgt hier bereits im Winter für eine Schwächung des Lebens und eine verlängerte Frostperiode. Im beginnenden Frühjahr führen dann die hier beschriebenen Effekte zu einer weiteren Schwächung der Vegetation, Verkürzung der Vegetationsperiode und Erhöhung des Klimastresses.

All dies betrifft in Folge die gesamte Nahrungskette für das ganze folgende Jahr. Leidet jedoch die folgende Nahrungskette, dann besteht die Gefahr, dass im laufenden Jahr der Anfangsverlust nicht mehr wettgemacht wird. Über mehrere Jahre könnte es dann zu einer Akkumulation der Schädigungswirkung kommen.

Unsere Beobachtungen und Abschätzungen lassen uns daher vermuten, dass durch diese Umverteilungseffekte die gesamte Biosphäre im Bodenbereich geschwächt wird und ggf. durchaus gefährdet sein kann. Dabei haben wir in unserem Szenario nur zwei Arten der Nutzung erneuerbarer Energie und deren Nebenwirkungen kombiniert betrachtet. Unberücksichtigt bleibt bisher der Einfluss der Windenergie. Auch die Fragen in Zusammenhang mit der Brennwertechnik wurden nur kurz erwähnt. Die Fragen der Bautechnik und der Elektromobilität sind hier ebenfalls ausgeklammert. Diese werden weiter unten allerdings noch getrennt behandelt. Auch diese können Rückwirkungen auf das hier beschriebene Szenario haben.

Derzeit gehen wir davon aus, dass die Tendenz in unserem Szenario zu einer größeren Wärmebelastung im Bereich Luft/Atmosphäre führt. Gleichzeitig werden den Langzeitspeichersystemen Boden/Erdreich und Leben/Nahrungskette (Biosphäre) Energieflüsse bzw. Wasser vorenthalten oder aber an andere Punkte verschoben.

Wie wir ausführlich dokumentiert haben, gab es vor der „Energiewende“ bzw. der vermehrten Nutzung erneuerbarer Energie schon wichtige andere Faktoren, die die Energieströme in den Speichersystemen beeinflussen. Asphaltstrassen, Dächer, öffentliche Plätze und sonstige Faktoren gehören dazu. Diese Effekte könnten durchaus einen Temperaturanstieg im letzten Jahrhundert zumindest teilweise erklären.

Die Energiewende wird mit der Begründung des Klimaschutzes forciert. Allerdings besteht hier die Gefahr, dass Ursache und Wirkung verwechselt werden. Denn mit der Energiewende kommen nun weitere wichtige Störungsquellen im Klimasystem hinzu. Diese beeinträchtigen zusätzlich das Klimageschehen. Oder sind vielleicht sogar der eigentliche Auslöser, für jene Effekte die dann gerne anderen Faktoren zugeschrieben werden.

Wesentlich ist dabei die Änderung der Energieflüsse in die unterschiedlichen Speichersysteme. Es handelt sich dabei um eine technisch erzwungene Umverteilung von Energieströmen. Besondere Wichtigkeit für ein stabiles Klima haben die Langzeitspeicher Biosphäre und Erdreich. Für letzteres ist erkennbar, dass durch die Energiewende auch innerhalb des Gesamtspeichers Erdreich die unterschiedlichen Bereiche unterschiedlich betroffen sind.

Zur erzwungenen Umverteilung von solaren Energieströmen kommt allerdings verschärfend eine Umverteilung im Kreislauf des Kältemittels Wasser hinzu. Dabei kann man die Erdoberfläche als die Verdampferfläche der Kältemaschine im Klimasystem verstehen. Auf dieser Verdampferfläche garantiert nur eine ausreichende Versorgung mit dem Kältemittel die richtige Funktionsweise im irdischen Kühlsystem. Wasser ist hier aber nicht nur Kältemittel bzw. Klimamittel sondern vor allem auch Lebensmittel. In dieser Kombination entscheidet die Verfügbarkeit des Wassers an der Grenzschicht zwischen Boden und Atmosphäre alles Leben. Durch die Energiewende wird nun mittels technischer Methoden großflächig in den Wasserkreislauf und die Wasserversorgung der Biosphäre eingegriffen.

So führt die Versickerung von Oberflächenwässern (z.B. Dachwässer, Parkplätze, Carports etc.) oder von Kondensat aus Wärmepumpen immer auch zu einer Veränderung der Energieverhältnisse in den betreffenden Speichersystemen.

Wird Wasser in tiefere Schichten des Erdreichs eingeleitet, dann erfolgt gleichzeitig auch eine Verschiebung der Energieverteilung im wichtigen Pufferspeicher Erdreich. Die Wärmeverteilung im Erdreich ändert sich. Das hat natürlich konkrete Rückwirkungen auf das Klima an der Erdoberfläche.

Dabei ist wichtig zu beachten, dass die Energieflussrichtung im Erdreich immer von einer warmen Zone zu einer kalten Zone erfolgt. Mit anderen Worten der Energiefluss im Energiespeicher Erdreich kann sowohl von unten nach oben als auch von oben nach unten erfolgen. Dies ist aus den bekannten Temperaturverteilungen zu schließen.

Wärme kann also von unten nach oben weiter gereicht werden. Damit kann die im Erdreich vorhandene Wärme Abkühlungseffekte an der Oberfläche ausgleichen bzw. verringern. In tieferen Bereichen gespeicherte Energie wird so für die Biosphäre wieder nutzbar.

Hintergrund dieses ausgleichenden Energieflusses ist die Tatsache, dass es eine Grundeigenschaft von Energie ist, einen möglichst ausgeglichenen Zustand herzustellen. In Temperaturwerten bedeutet dies, dass ein Energietransport selbständig immer nur vom höheren Temperaturniveau auf das tiefere Temperaturniveau erfolgt.

Bei der Flussrichtung des Wassers ergibt sich daraus eine andere Verteilung. Denn Wasser strebt im Schwerfeld der Erde immer den tiefsten Punkt an. Hier kann Wasser nicht ohne Zufuhr zusätzlicher mechanischer Energie von unten nach oben transportiert werden. Wird das Wasser in tiefere Schichten geleitet bzw. zum Versickern gebracht, dann sinkt es aufgrund der Schwerkraft immer tiefer. Es gibt dabei Wärmeenergie an seine Umgebung ab. Letztlich sammelt sich das Wasser im Bereich des Grundwasserspiegels.

Diesem Wassertransport in tiefere Schichten kann nur das Vermögen der Pflanzen entgegen wirken. Diese können über das Wurzelsystem Wasser aus dem Boden aufnehmen und nach oben zu den Blättern transportieren. Die Kapillarwirkung und osmotischer Druck sichern diesen Vorgang. Die Antriebskraft für den Transpirationsstrom ergibt sich aus dem Unterschied im Wasserpotential zwischen dem Pflanzenkörper und der Atmosphäre. Er ist also der Dampfdruckdifferenz zwischen dem Bereich des Pflanzengewebes und dem der Atmosphäre proportional. Die Antriebskraft der Transpiration ist die Saugspannung der nicht wasserdampfgesättigten Luft [12-39].

Nur pflanzliches Leben ermöglicht so einen natürlichen Wassertransport entgegen der Schwerkraft. Nur in Tiefen, die durch pflanzliche Wurzeln erschlossen sind, kann das Wasser noch zur Verdunstung an Blattflächen einen Beitrag leisten. Ist dies nicht gegeben, dann gibt es keinen weiteren natürlichen Vorgang um Wasser entgegen der Schwerkraft nach oben zu transportieren. Ausgenommen davon bleibt natürlich der technische Einsatz zusätzlicher, mechanischer Energie in Form von Pumpen etc.

Bereits aus dieser Tatsache wird erkennbar, wie kritisch das technisch bzw. normativ erzwungene Versickern von Oberflächenwasser in Hinblick auf das irdische Klima ist. Denn sobald dieses Wasser dem Vegetationsbereich entzogen ist, kann die Biosphäre ihrer klimastabilisierenden Wirkung nicht mehr nachkommen.

Sobald also der Wurzelbereich unterschritten ist, kennt das Klima- und Lebensmittel Wasser nur mehr die Flussrichtung zum Grundwasserspiegel. Der Grundwasserspiegel selbst dürfte damit der Sammelpunkt für alle relevanten Energie- und Stoffflüsse sein.

Erwähnt sei noch, dass der normativ erzwungene Einbau von Brennwertgeräten ebenfalls die Situation verschlechtert. Denn bei der Verbrennung fossiler Brennstoffe entsteht Wasserdampf, der die Atmosphäre befeuchtet. Dieser Vorgang könnte den oben geschilderten Trocknungseffekt verringern.

Wäre der Einbau von Brenntwertgeräten nicht verpflichtend bzw. gefördert, würde zumindest die abgeführte Kondensatmenge als Wasserdampf entlastend wirken. Fossile Energieträger würden dann mit natürlichen Emissionen die hier beschriebenen negativen Nebenwirkungen erneuerbarer Energiearten zumindest abmildern können.

12.12 Klimarelevante Verschiebungseffekte im Puffersystem Erdreich

Wird Wasser in tiefere Schichten des Erdreichs verbracht, führt dies natürlich zu geänderten Verhältnissen im Speichersystem „Erdreich“. Es ist ähnlich wie bei einem technischen Wärmespeicher, in dem eine Schichtung der Wärmezonen vorhanden ist.

Sogenannte Schichtspeicher werden gerne bei thermischen Solaranlagen eingesetzt. In ähnlicher Weise können wir uns nun das Erdreich unterteilt in einzelne Schichten vorstellen. In diesen ist Energie mit unterschiedlichem Temperaturniveau gespeichert. Dies legt dann auch den wirksamen Wärmestrom fest.

Nachdem wir durch unsere Analysen erkannt haben, dass es zu doch beachtlichen Verschiebungseffekten kommt, kam die Überlegung auf, ob diese Verschiebungseffekte nachweisbar sind.

Wir haben in diesem Zusammenhang dann versucht publizierte Messwerte zu analysieren. Derartige Arbeiten sind durchaus zeitaufwändig und auch für einen Energiedetektiv eine Herausforderung. Zumal wir für unsere diesbezügliche Tätigkeit keinen einzigen Cent in Rechnung stellen konnten.

Wir waren daher bei unseren zeitlichen Ressourcen etwas eingeschränkt. Dennoch war es uns wichtig, zumindest eine erste Analyse durchzuführen. Die Ergebnisse waren derart überraschend und gleichzeitig deutlich, dass wir hier die von uns erstellten Auswertungen zur Diskussion stellen. Der Leser möge dies als Anregung nehmen, um eigene Analysen durchzuführen und unsere Schlussfolgerungen zu verifizieren oder falsifizieren.

Verwendet wurden die im Internet verfügbaren Daten aus Potsdam. Die Einzigartigkeit dieser Messreihe und die Art der Messung wurden bereits weiter oben erläutert. Dies dürfen wir daher als bekannt voraussetzen. An diesem Messort sind Messwerte aus unterschiedlichen Tiefenbereichen für eine über 120 Jahre dauernde Zeitreihe vorhanden. In den bekannten Auswertungen wird meist der Temperaturverlauf dargestellt. Die Temperaturzunahme ist dann erkennbar und wird zumindest optisch vom Betrachter bewertet.

Für unsere Untersuchung war es uns wichtig, nicht nur die Temperatur zu beachten. Stattdessen wollten wir die in den einzelnen Zonen des Erdreichs gespeicherte Energie untersuchen. Wir stellen uns daher das Erdreich in Form eines Schichtspeichers wie in Bild 12-54 dar.

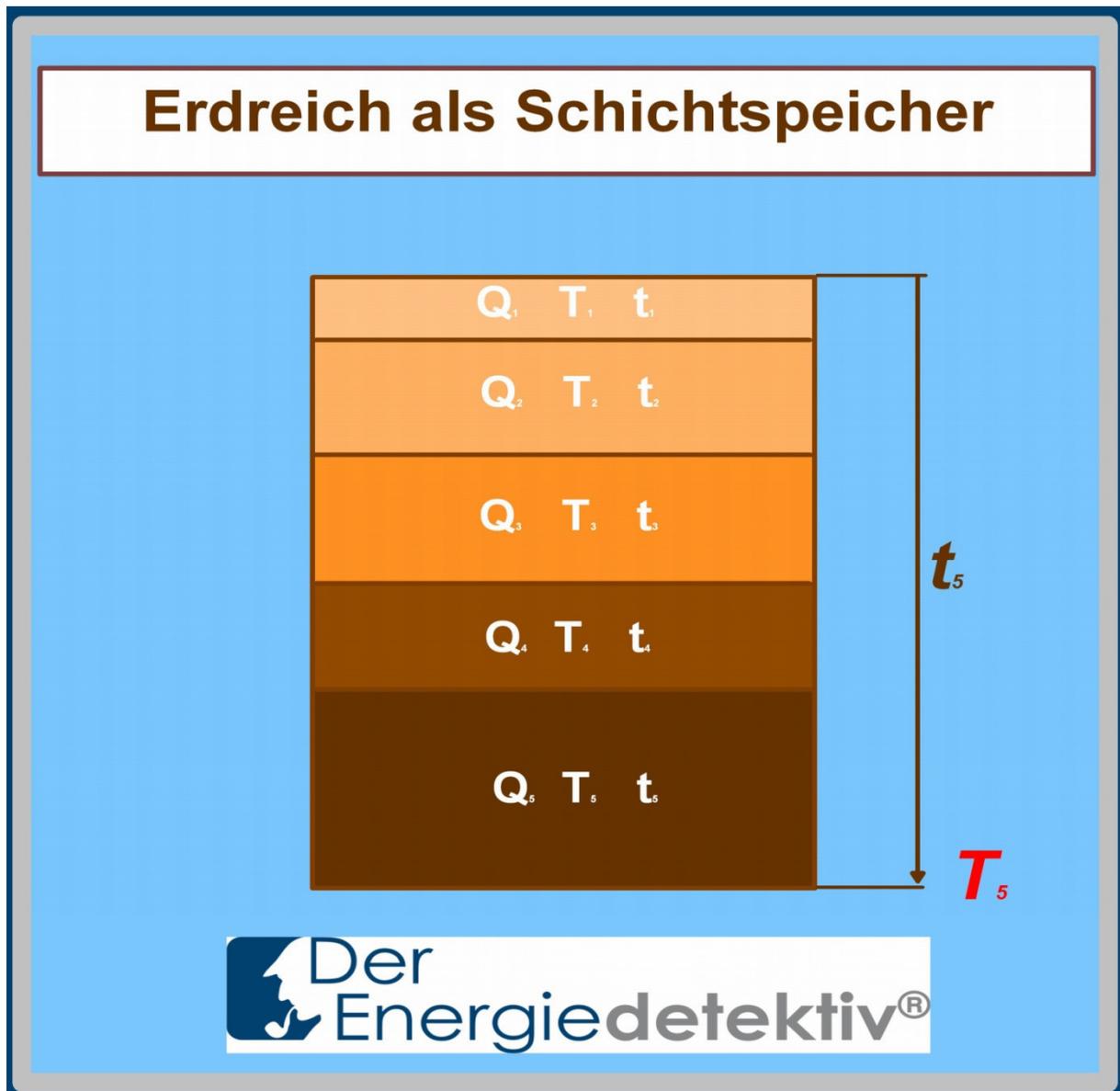


Bild 12-54: wir stellen uns das Erdreich anhand der verfügbaren Messwerte wie einen Schichtspeicher vor. In einer bestimmten Tiefe kennen wir die Temperatur T und errechnen aus Schichtdicke (Abstand zum nächsten Messwert) und der spezifischen Wärmekapazität des Erdreichs die gespeicherte Energie bzw. Wärmemenge Q

Wir kennen die Temperaturwerte (T) in unterschiedlichen Tiefen (t) und wir kennen die jeweilige Schichtdicke. Aus diesen Werten haben wir nun die gespeicherte Energie (Q) in der einzelnen Schicht errechnet.

Bezugspunkt der Temperaturwerte dafür war der absolute Nullpunkt und nicht der Gefrierpunkt! Dazu folgende Überlegung: wir wissen, dass das Erdreich eine wesentliche stabilisierende Funktion im Klimageschehen ausübt. Wenn wir nun annehmen, dass keine Atmosphäre vorhanden ist, dann würde jede Wärmeabgabe an der Erdoberfläche direkt gegen das leere Weltall erfolgen. Es macht daher Sinn den Energiegehalt aufgrund der Temperaturdifferenz gegenüber dem absoluten Nullpunkt anzusetzen.

Wir ermittelten daher zuerst diesen absoluten Temperaturwert. Dann haben wir als nächstes die jeweilige Schichtdicke ermittelt und die angegebene spezifische Wärmekapazität für trockenes Erdreich verwendet (s.o.). So wurde für die einzelnen Schichten die jeweils gespeicherte Energie ermittelt.

Für uns besonders interessant ist die unterste Schicht, zu der Messwerte vorliegen. Wenn für unsere bisherigen Schlussfolgerungen interessante Ergebnisse zu erwarten sind, würde man diese vor allem im unteren Bereich erwarten. Denn in größere Tiefen eingeleitetes Wasser müßte an dieser Stelle energetisch bemerkbar sein.

840

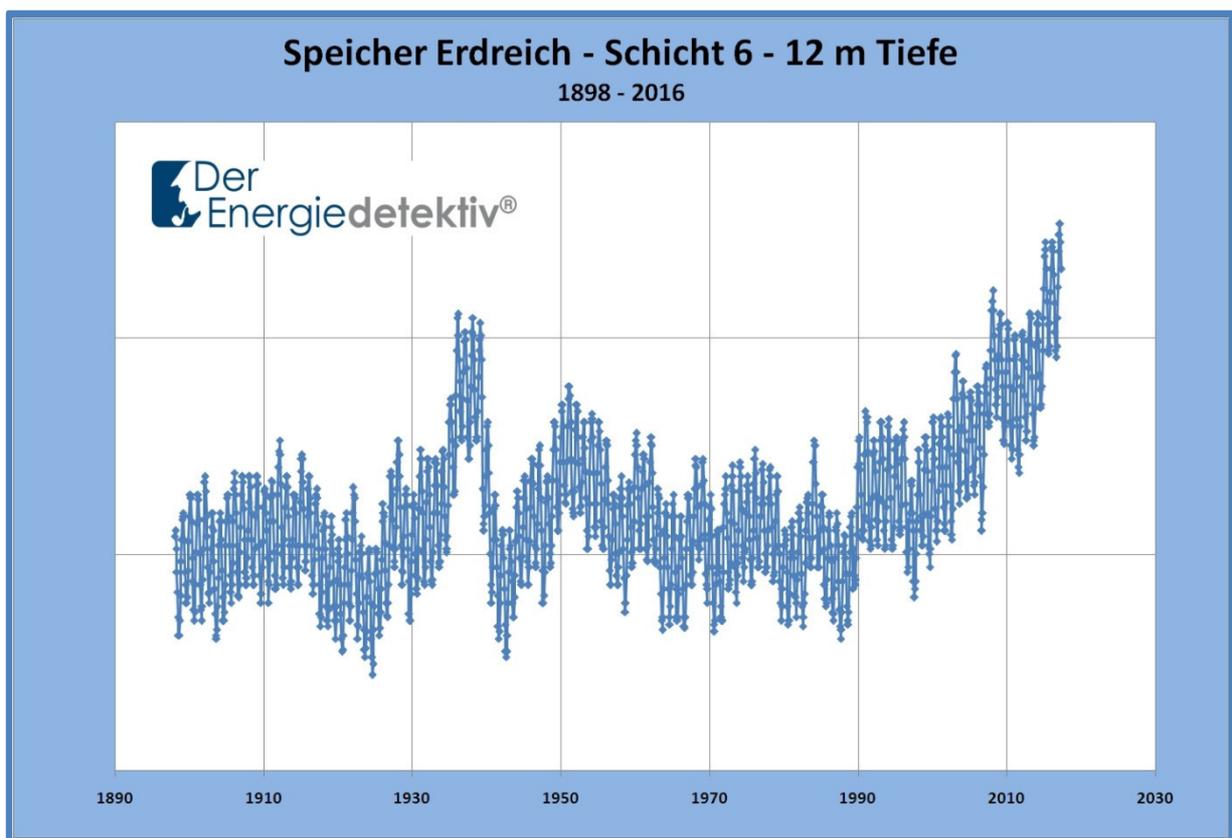
Es gibt mehrere Messpunkte bis zu einer Tiefe von 6 Metern und danach einen letzten Messpunkt bei einer Tiefe von 12 m unter der Erdoberfläche. In Bild 12-55 ist der zeitliche Verlauf der Temperatur bzw. der Energie für die tiefste Schicht dargestellt.

Die x-Achse enthält die Zeitskala in Jahren. Über dieser sind die jeweiligen Monatsmittelwerte für den Energieinhalt dieser Speicherschicht angegeben. Diese vertikale Achse hat eine lineare Skala. Es sind bewußt keine Werteangaben für diese vertikale Achse enthalten. Denn wichtig ist vorerst nur das Erkennen von allenfalls vorhandenen Trends.

Aus dem Diagramm ist erkennbar, wie im Laufe des Jahres der Energiegehalt etwas schwankt. Aus diesen Schwankungen ist ersichtlich dass der Jahreslauf der Sonneneinstrahlung auch in dieser beachtlichen Tiefe erkennbar wird.

Die jahreszeitlichen Schwankungen bleiben ständig erhalten. Über die Jahrzehnte gesehen kommt es zu leicht unterschiedlichen Verläufen. Allerdings fällt auf, dass über etwa hundert Jahre diese unterste Schicht relativ konstanten Energiegehalt aufweist.

Zwischen 1930 und 1940 ist der Verlauf steil ansteigend um danach abrupt abzufallen. Kurz nach 1950 liegt der Verlauf ebenfalls etwas höher. Er pendelt aber dann zurück und bleibt bis etwa 1995 relativ stabil. Ein wirklicher Anstieg ist hier vorerst nicht erkennbar.



*Bild 12-55: Energiegehalt der untersten Schicht über den Zeitraum 1898 bis 2016.
Deutlich zeigt sich ein Anstieg ab etwa 1995*

Ab etwa 1995 kommt es in dieser Tiefe allerdings zu einem geänderten Trend, der zu einem Anstieg der nun in dieser Tiefe gespeicherten Energie führt. Wir sehen uns

diesen Trend in Bild 12-56 genauer an. Hier sind die jahreszeitlichen Schwankungen deutlicher zu sehen. Der generelle Trend ist als lineare Trendlinie eingezeichnet.

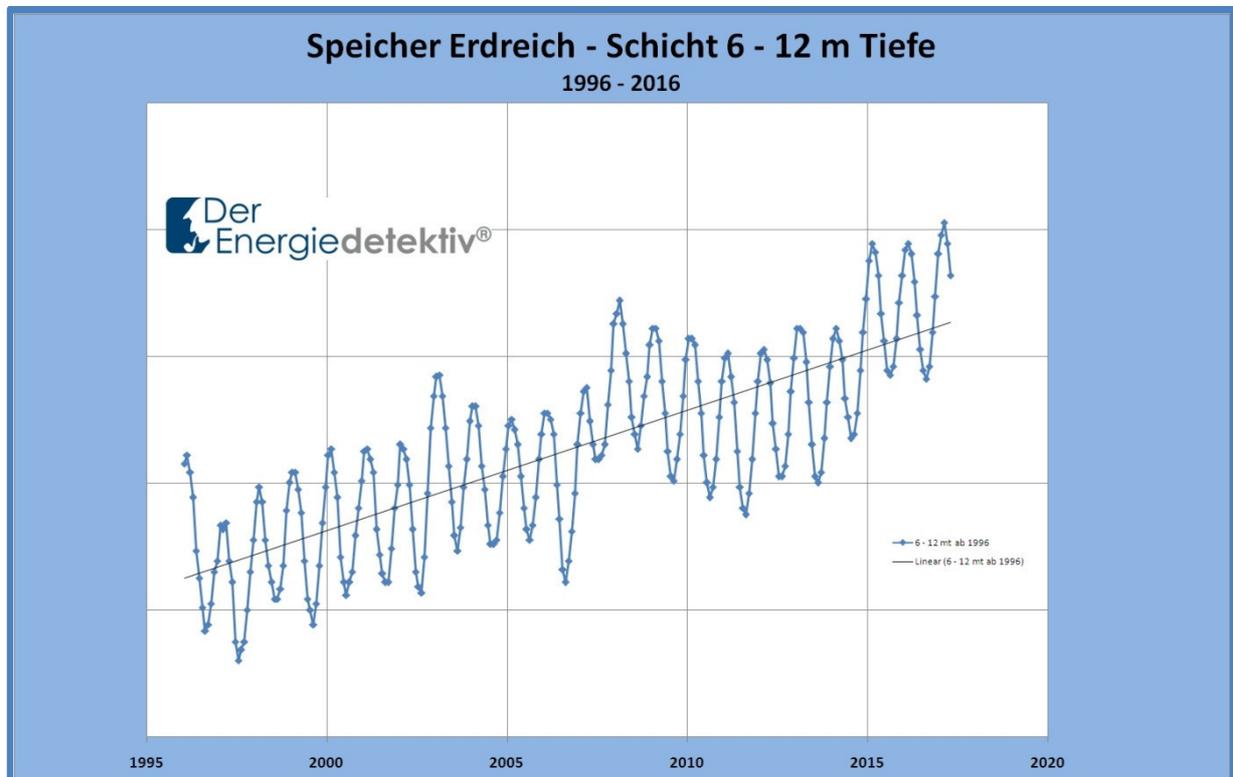


Bild 12-56: der Zeitraum ab 1995 ist hier deutlicher dargestellt. Die Schwankungen im Jahresverlauf und der ansteigende Trend sind klar sichtbar

Werte für die tiefste Messung liegen ab 1898 vor. Interessant ist nun der direkte Vergleich der ersten 20 Jahre mit den letzten 20 Jahren. In diesem Zeitraum von etwa 120 Jahren hat sich an der Erdoberfläche extrem viel geändert. Unsere Bauwerke, unsere Fahrzeuge, technischen Anlagen und unsere Energieversorgung etc. sind völlig anders.

Wir vergleichen also in Bild 12-57 den Zeitraum 1898 bis 1918 mit dem Zeitraum 1996 bis 2016. Hier wird der unterschiedliche Trend klar ersichtlich. Im Zeitraum 1898 bis 1918 ist nur ein sehr geringer, ansteigender Trend gegeben.

Im Zeitraum 1996 bis 2016 gibt es hingegen einen wesentlich stärkeren ansteigenden Trend. Die Messwerte zeigen, dass hier immer mehr Energie in der tiefsten Schicht eingelagert ist.

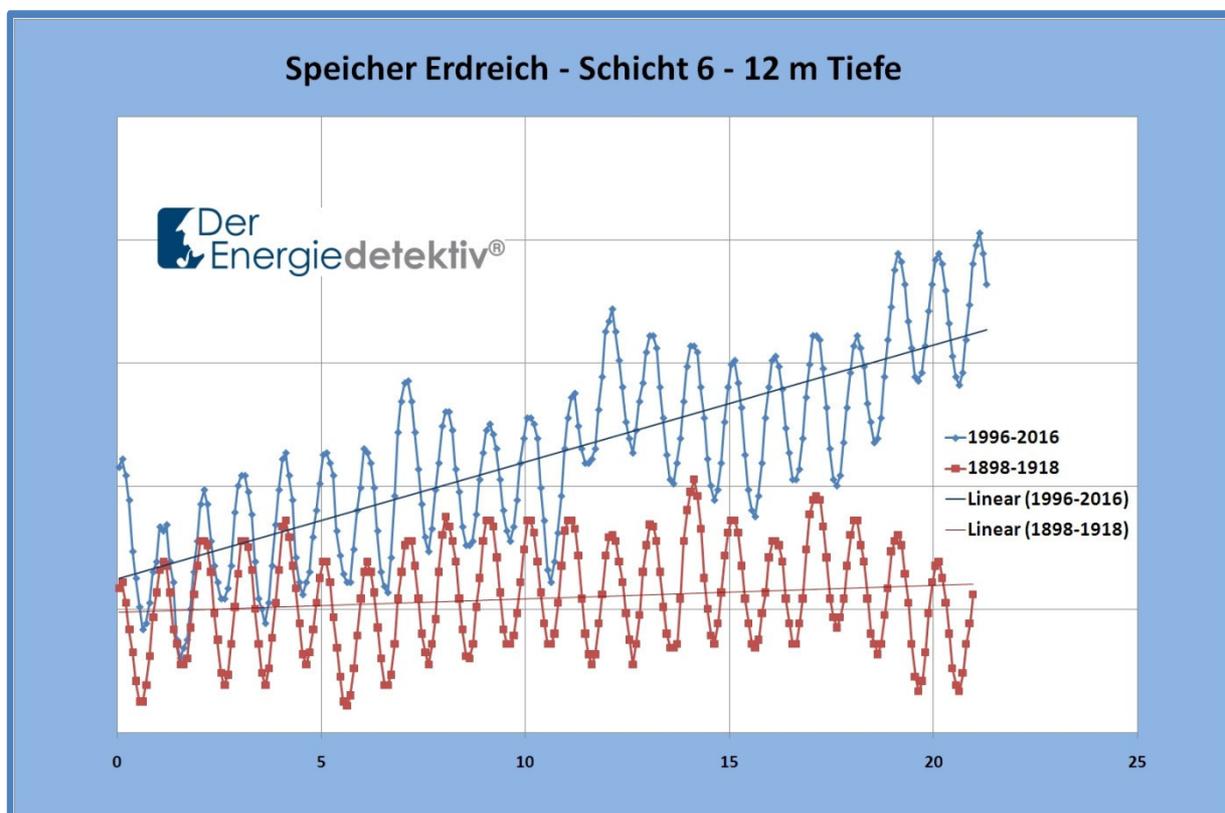


Bild 12-57: der Vergleich der ersten zwei Jahrzehnte und der letzten zwei Jahrzehnte an Messwerten macht erkenntlich, dass aktuell immer mehr Energie in der tiefsten Schicht eingelagert wird

Das unterschiedliche Verhalten im Energiespeicher Erdreich wird besonders aus den beiden linearen Trendrechnungen (dünne gerade Linie) erkennbar. Von 1996 bis 2016 steigt die gespeicherte Energie deutlich an. Im Zeitraum 1898 bis 1918 hingegen ist nur ein minimaler Anstieg aus der Trendrechnung erkennbar.

Ein ähnliches Ergebnis zeigt der direkte Vergleich der 20 Jahre vor 1996 mit den 20 Jahren danach. In Bild 12-58 ist der Vergleich des Zeitraums 1976 bis 1996 mit dem Vergleich des Zeitraums 1996 bis 2016 dokumentiert. Auch hier ist der deutliche Anstieg ab 1996 erkennbar. Irgendetwas muss um diesen Zeitpunkt passiert sein, dass der tiefste gemessene Bereich im Schichtspeicher Erdreich plötzlich zunehmend energetisch aufgeladen wird.

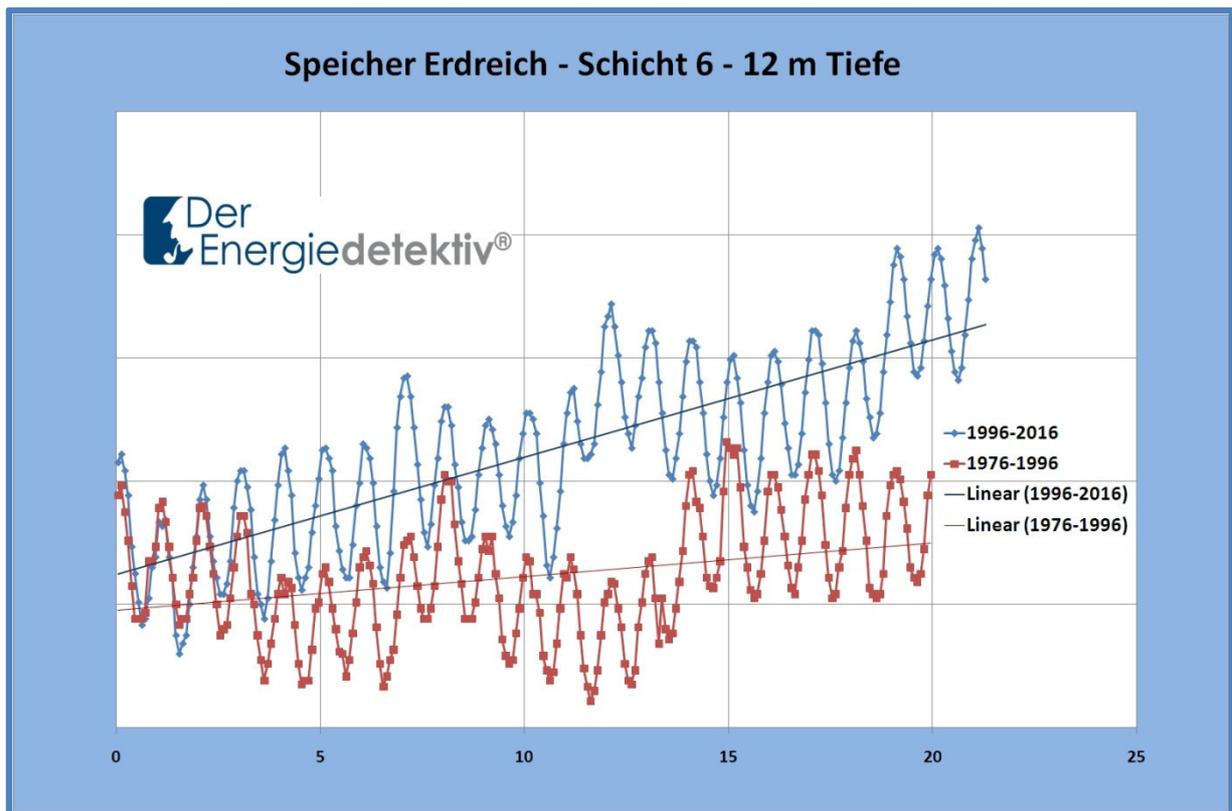


Bild 12-58: direkter Vergleich der 20 Jahre vor und der 20 Jahre nach 1996. Der Verlauf zeigt einen deutlichen Unterschied. Ab 1996 steigt die in tiefen Schichten eingelagerte Energie stark an

Wichtig ist nun noch der Vergleich mit dem gleich großen Speicherbereich darüber. Wir haben für den Bereich von der Erdoberfläche bis zu einer Tiefe von 6 Meter ebenfalls den monatlichen Energieinhalt ermittelt. Diese Schicht ist gleich mächtig. Wir haben daher bei trockenem Erdreich eine gleiche Masse und Speicherkapazität. Wir sollten daher ähnliche Änderungen erwarten können, wenn der Klimawandel einen Anstieg der Lufttemperatur ergibt.

Für diese 6 Meter mächtige Schicht liegen allerdings wesentlich mehr Messwerte bzw. Teilschichten vor. Hier haben wir die energetische Gesamtsumme über mehrere Schichten gebildet. Jeder einzelne Messwert wurde mit seiner Schichtdicke bzw. betroffenen Masse berücksichtigt. Das entsprechende Diagramm ist in Bild 12-59 dargestellt. In diesem Bild werden die ersten 20 Jahre mit den letzten 20 Jahren verglichen.

Das bedeutet also, wir vergleichen wieder den Zeitraum 1898 bis 1918 mit dem Zeitraum 1996 bis 2016. Ein unterschiedlicher Trend ist in Bild 12-59 nicht erkennbar. Eigentlich müsste man bei dem im Klimawandel postulierten Temperaturanstieg in diesem Bereich zuerst eine Änderung feststellen. Denn wenn die Lufttemperatur ansteigt, sollte auch zuerst das obere Erdreich durch erhöhte Energieeinlagerung erkennbar davon betroffen sein. Es sollte also zwischen den Werten vor 120 Jahren und heute ein erkennbar unterschiedlicher Trend gegeben sein. Bild 12-59 zeigt das allerdings nicht.

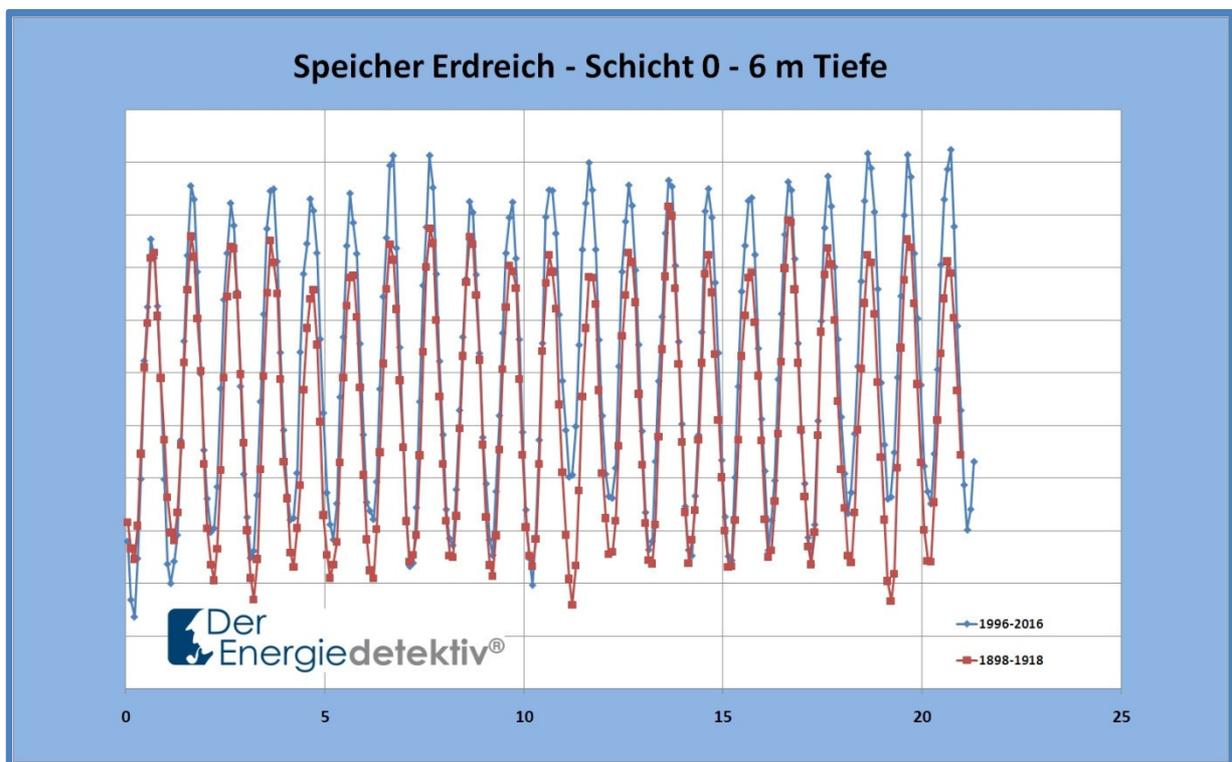


Bild 12-59: im oberen, gleich mächtigen Speicherbereich ist kein Unterschied im Energieinhalt in unterschiedlichen Jahrzehnten erkennbar. Hier der Vergleich der ersten 20 Jahre (1898 – 2018) mit den aktuellsten 20 Jahren (1996 – 2016)

Zum selben Ergebnis führt der direkte Vergleich der 20 Jahre vor und nach 1996 in Bild 12-60. Hier haben wir den Zeitraum 1976 bis 1996 und den Zeitraum 1996 bis 2016 einander gegenübergestellt. In den obersten 6 Metern des Erdreichs ist auch hier keine wirklich markante Änderung der gespeicherten Energie erkennbar.

Der jahreszeitliche Trend ist ersichtlich, aber ein längerfristiger ansteigender Trend mit unterschiedlicher Ausprägung wird nicht erkennbar. Im Gegenteil, die jeweiligen Kurven aus sehr unterschiedlichen Zeitabständen sind immer sehr ähnlich.

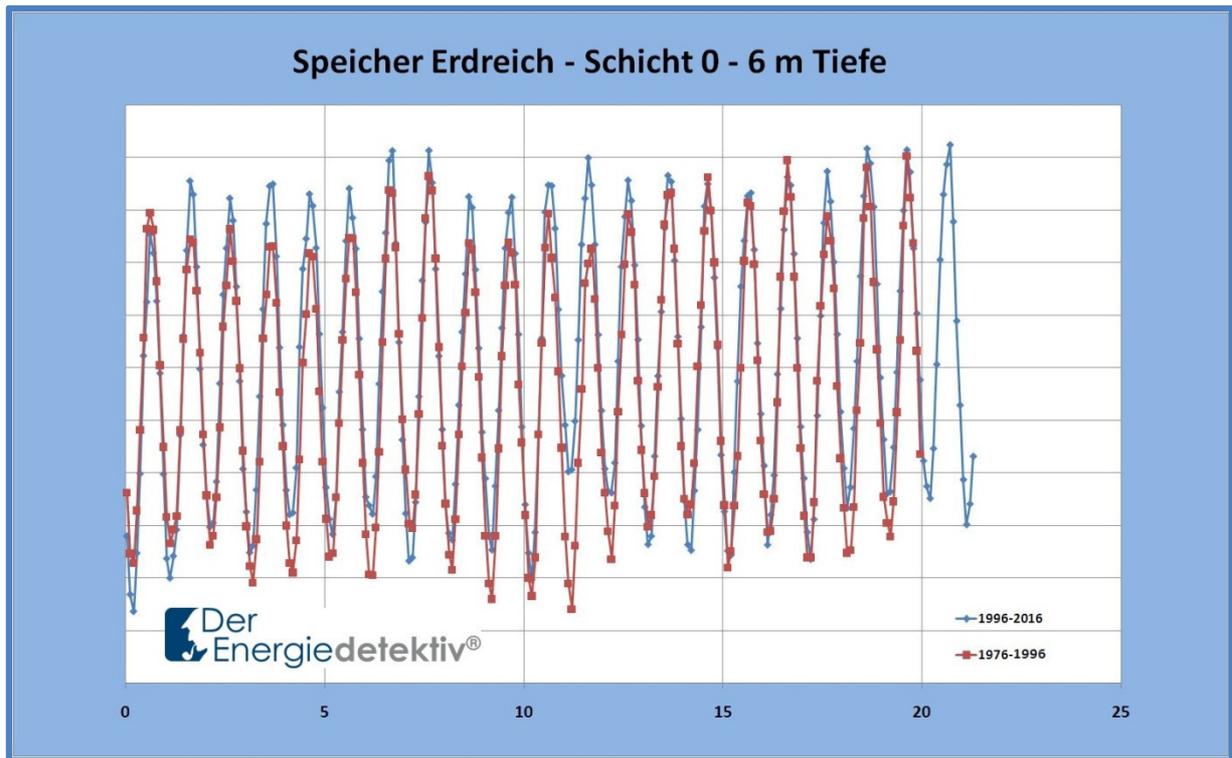


Bild 12-60 auch der Vergleich der 20 Jahre vor und der 20 Jahre nach 1996 zeigt in den oberen 6 Meter Speichervolumen keinen unterschiedlichen Trend.

Zwar kommt es zu unterschiedlichen Effekten in den Einzelschichten. Berücksichtigt man aber gleich mächtige Schichten von jeweils 6 Meter hinsichtlich der gespeicherten Energie, dann zeigt sich erstaunliches für den Zeitraum ab etwa 1996. Im unteren gemessenen Speicherbereich steigt die Aufladung an, während im oberen Speicherbereich diese scheinbar konstant bleibt. Dazu braucht man nur die Bilder 12-57 und 12-59 bzw. 12-58 und 12-60 direkt miteinander zu vergleichen.

Etwa um 1996 muss es zu dauerhaften Änderungen im Energiestrom ins Erdreich gekommen sein. Denn plötzlich steigt der Energiegehalt der untersten Schicht deutlich an. Ein vergleichbarer Trend ist aber in der oberen gleich mächtigen Schicht nicht erkennbar. Dies zeigt der direkte Vergleich der Diagramme.

Das würde bedeuten, dass die Energiezufuhr, die zur ansteigenden Tendenz im untersten Bereich führt, nicht über die Oberfläche absinkend wirksam wird. Stattdessen scheint diese Energie direkt in diesem Bereich zugeführt zu werden. Hier könnte man nun vermuten, dass eine Zunahme des Wärmestroms aus dem tieferen Erdreich (Geothermie) als Ursache in Frage kommt.

Es könnte sich aber auch um Wärme von der Erdoberfläche handeln, die unter Umgehung der obersten Schichten direkt in diesen unteren Bereich eingeleitet wird. Das würde unseren Schlussfolgerungen zur Verlagerung von Energieströmen im Rahmen der Beeinflussung der Wasserströme entsprechen.

Durch Einleitung zusätzlicher Energie, wie Kondensat aus Wärmepumpen und Klimaanlage oder vermehrte Versickerung erwärmter Niederschläge, wäre dieser Verlauf erklärbar. Würde hingegen eine generelle Tendenz der Erwärmung vorliegen, müsste dies eigentlich auch im darüber liegenden Speicherbereich aus den zeitlichen Verläufen erkennbar sein. Dies ist aber definitiv nicht der Fall.

Daher schließen wir daraus, dass durch Einbringung von zusätzlicher Energie im unteren Schichtbereich die erhöhte Wärmespeicherung erklärbar ist. Bester Kandidat für den Eintrag von zusätzlicher Energie im unteren Bereich ist das Grundwasser.

Dabei können Grundwasserströme auch Energie aus weit entfernten Wärmequellen an diesen Messpunkt heranzuführen. Die Energieausbreitung im Wasser wird durch dessen gute Leitfähigkeit und vor allem auch wesentlich höhere Wärmekapazität stärker wirksam. Bei reinem Erdreich hingegen wäre die Wärmeleitfähigkeit wohl wesentlich geringer und würde wohl zu einem anderen zeitlichen Verhalten führen.

Wichtig war für uns daher noch der Versuch, die Tiefe des Grundwasserspiegels zu eruieren. Für einen Österreicher im fernen Graz eine gewisse Herausforderung. Vor der sich aber der Energiedetektiv sicher nicht drückt. Eine Karte zum Grundwasserflurabstand von Brandenburg half hier schließlich weiter [12-29].

Laut dieser Karte wäre offenbar mit einer Tiefe zwischen 10 und 20 m zu rechnen. Bild 12-61 zeigt einen von uns bearbeiteten Ausschnitt aus der betreffenden Karte. Der genaue Standort der Messung ist zwar nicht zu identifizieren. Aber auch diese Karte untermauert unsere Annahme, dass der steigende Energieeintrag in der tiefsten Schicht durch Energieübertragung aus dem Grundwasser zustande kommen könnte. Ein zusätzlicher Energieeintrag wäre auf diesem Weg möglich.

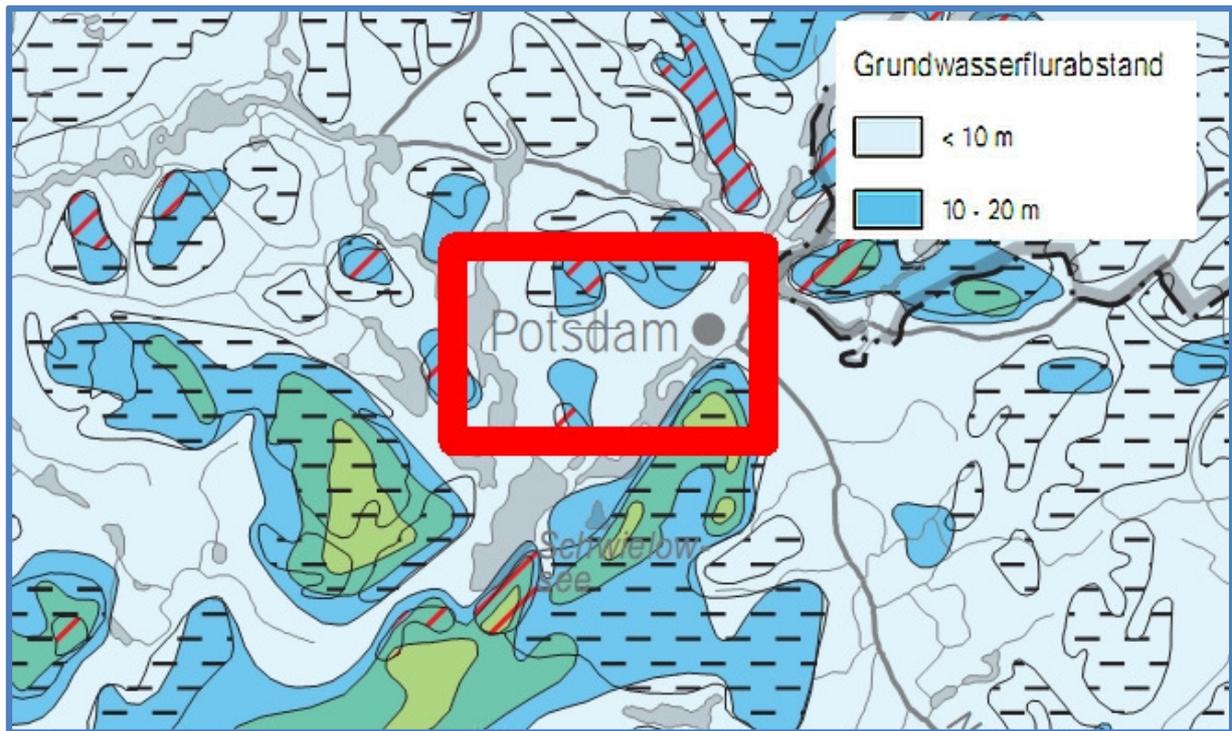


Bild 12-61: Der Ausschnitt aus einer offiziellen Karte zum Grundwasserflurabstand für die Region um Potsdam zeigt, dass der Grundwasserspiegel hier auch zwischen 10 und 20 Meter Tiefe liegen kann.

Allerdings wissen wir immer noch nicht, woher diese Energie dann stammen sollte. Nun ist nicht zu erwarten, dass die Grundwassersituation selbst sich ab 1996 plötzlich geändert hat. Stattdessen ist anzunehmen, dass zusätzliche Wärmequellen das Grundwasser belasten und zu diesem Messergebnis führen.

Die von uns erstellten Analysen hatten einen solchen Effekt als Nebenwirkung mancher technischen Lösungen schon beschrieben. Wir möchten darauf hinweisen, dass wir diese Analysen vor Kenntnis der hier gezeigten Messwerte durchgeführt hatten. Erst danach kam die Überlegung, ob es Messwerte zu Bodentemperaturen geben könnte, die den von uns postulierten Verschiebungseffekt untermauern.

Die hier vorgelegte Analyse der Messwerte aus Potsdam untermauert unsere Einschätzung, dass die in der Energiewende verwendeten Technologien eine Umverteilung von Energie in den Speichersystemen hervorrufen könnten. Zu dieser Schlussfolgerung kommen wir aufgrund der Korrelation der zeitlichen Änderungen im unteren Speichersystem mit der Entwicklung der Energiewende.

Diese Entwicklung ist einerseits durch die gesetzlichen Eingriffe historisch klar nachvollziehbar. Andererseits auch durch die publizierten Fakten zur Stromproduktion aus erneuerbarer Energie nachvollziehbar:

Vorläufer des Erneuerbare-Energien-Gesetzes war das seit 1991 geltende Gesetz über die Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Energien in das öffentliche Netz – kurz Stromeinspeisungsgesetz – vom 7. Dezember 1990, das als weltweit erstes Ökostrom-Einspeisegesetz gilt.

Die Einspeisung in das öffentliche Netz wurde hiermit verbindlich geregelt, weil Strom aus erneuerbaren Energien – mit Ausnahme von Strom aus Wasserkraft – nur von kleinen Unternehmen erzeugt wurde, denen große Stromerzeuger den Zugang zu ihrem Verteilernetz oftmals verweigerten oder stark erschwerten. Das Stromeinspeisungsgesetz wurde durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 29. März 2000 ersetzt. [12-32]

Bis heute regeln in Deutschland entsprechende weitere gesetzliche Maßnahmen die finanzielle Umverteilung zur Förderung von erneuerbarer Energie. Eine noch klarere Sprache sprechen jedoch die harten technischen Daten zur Stromproduktion.

Wir haben die hierzu offiziell publizierten Daten genutzt [12-31]; [12-32]. Das Bundesministerium liefert unter dem Titel die „Die Energiewende – ein gutes Stück Arbeit“ die aktuellsten Daten. Diese Broschüre enthält eine genauere Darstellung, die wir uns hier als Bild 12-62 abzubilden bzw. zu zitieren erlauben.

Um die direkte Korrelation dieser Entwicklung mit den Messwerten im untersten Bereich des Energiespeichers Erdreich zu zeigen, kombinieren wir nun diese Daten in Bild 12-50 mit dem Anstieg der gespeicherten Wärme im untersten gemessenen Bereich. Wir haben dazu in Bild 12-50 die Temperaturentwicklung bei 12 m Tiefe mit der Kurve der Stromerzeugung aus „erneuerbarer Energie“ kombiniert. Die blaue Kurve zeigt den Energieinhalt des Erdreichs am tiefsten Messpunkt. Der dargestellte Bereich ist nun etwas größer und erfasst den geschilderten Zeitraum seit 1990. Ab hier begannen die gesetzlichen Eingriffe zur Energiewende.

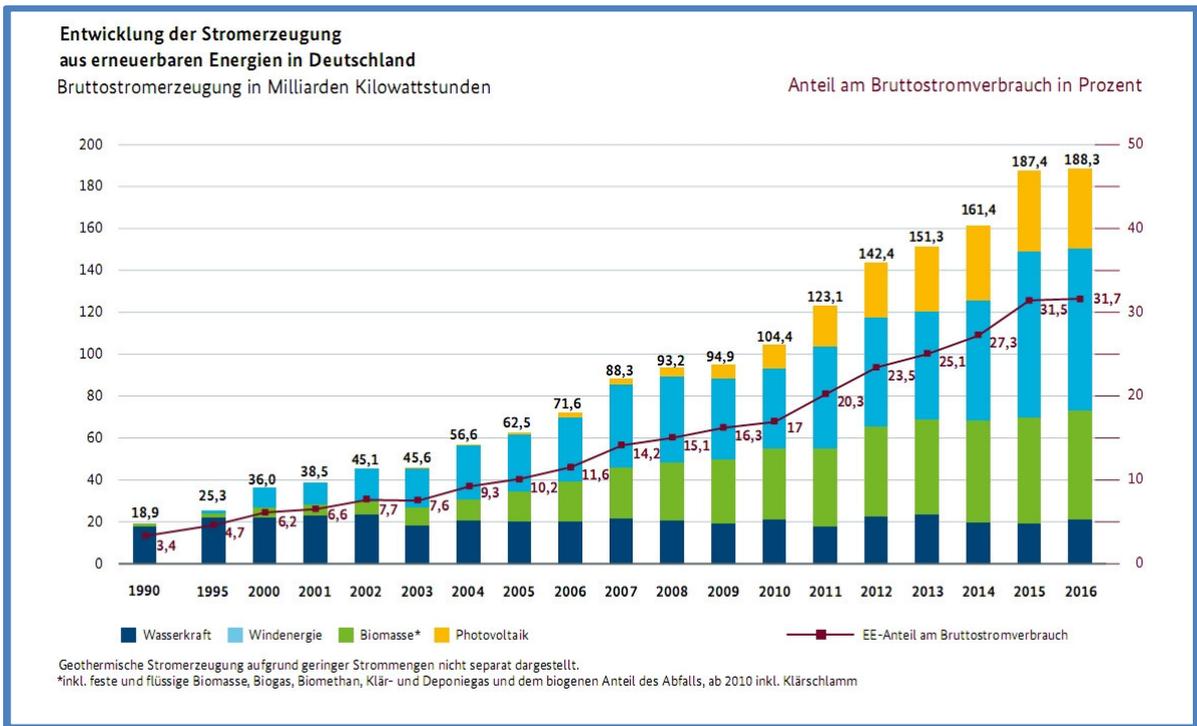


Bild 12-62: Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbarer Energie in Deutschland aus der Broschüre „Die Energiewende – ein gutes Stück Arbeit“

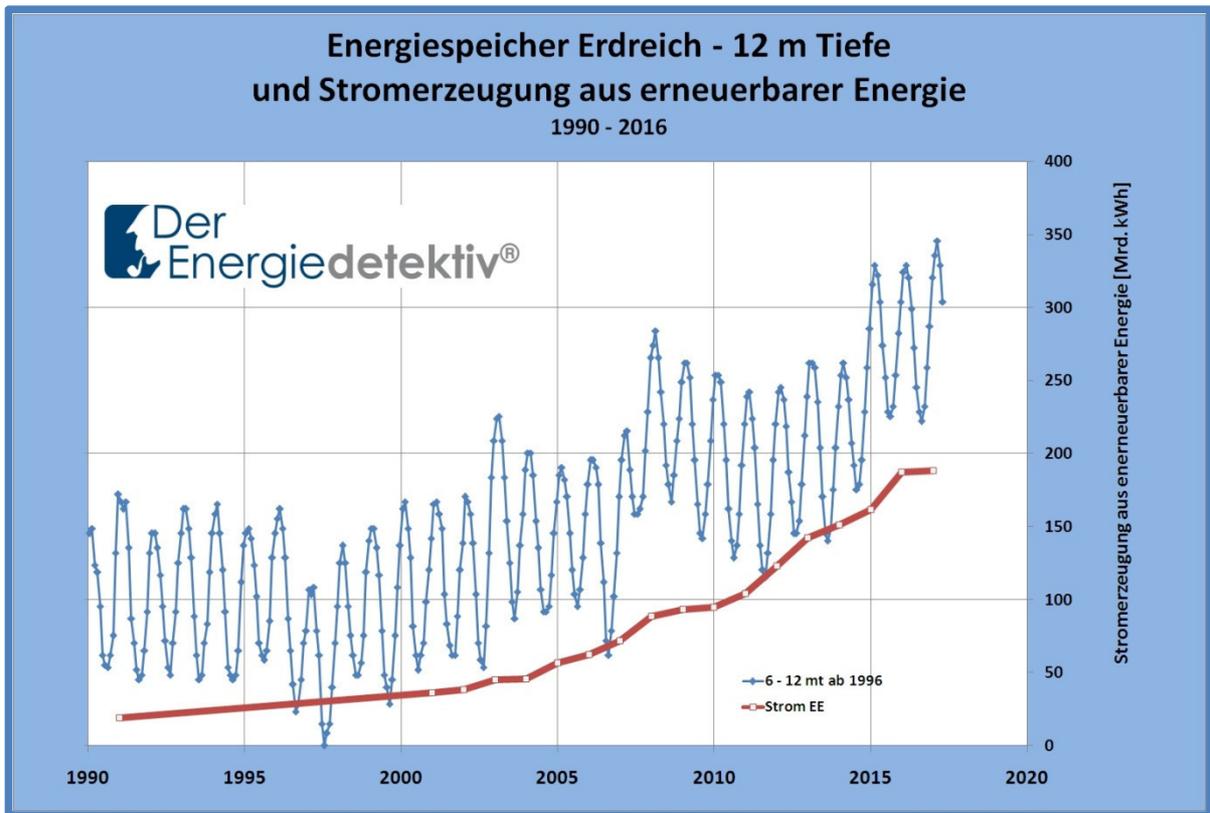


Bild 12-63: der Gleichlauf der beiden Entwicklungen ist ein deutliches Indiz für die Richtigkeit unserer These: die blaue Linie entspricht der in 12 m Tiefe im Erdreich in Potsdam gemessenen Temperaturentwicklung, die rote Linie der Entwicklung der Stromproduktion aus erneuerbarer Energie.

Zu diesem bekannten Verlauf haben wir nun eine zweite, rote Kurve dargestellt. Dies ist der Verlauf der Stromproduktion aus erneuerbarer Energie. Beide Kurven sind auf einer linearen Skala dargestellt. Die rote Kurve zur Stromproduktion wird hier gegen eine zweite Vertikalachse auf der rechten Seite dargestellt. Dies ist eine absolut übliche Art der Darstellung, wie ja auch der Vergleich mit Bild 12-62 verdeutlicht. Hier ist in der Broschüre des deutschen Bundesministeriums der prozentuelle Anteil am Stromverbrauch ebenfalls gegen eine zweite Vertikalachse dargestellt.

Jeder Techniker, ja jeder halbwegs vernünftige Mensch wird hier sofort einen direkten Zusammenhang vermuten. Wir möchten an dieser Stelle nochmals deutlich betonen, dass wir zuerst aufgrund rein logischer Überlegungen die Tatsache der Verschiebung von Energieströmen in tiefere Schichten des Erdreichs vermutet hatten. Danach erst wollten wir überprüfen, ob entsprechende Änderungen erkennbar sind. Daher haben wir die Daten aus Potsdam in entsprechender Weise analysiert. Der Zusammenhang erscheint uns hier offensichtlich. Uns sind derzeit keine anderen Erklärungsmodelle bekannt, die zu einem ähnlichen Verhalten des Energiespeichers Erdreich führen könnten.

Allerdings ergeben sich aus dieser Beobachtung für uns dramatische Schlussfolgerungen. Durch die „erneuerbare Energie“ wird primär elektrische Energie produziert. Dies geschieht immer unter entsprechenden Nebenwirkungen. Obwohl Windstrom, Photovoltaik oder Wärmepumpen keine CO₂ Emissionen verursachen, verursachen sie ein hohes Maß an Umverteilung im natürlichen solaren Energiefluss. Gleichzeitig führt sie über unterschiedliche technische Maßnahmen auch zu einer Umverteilung des stofflichen Flusses von Wasser. Wasser spielt als Lebensmittel und als Klimamittel eine entscheidende Rolle für die Speicherung von Energie in den unterschiedlichen Speichersystemen.

Die Energiewende führt dazu, dass große Energieanteile in andere Richtungen geführt werden. Sie produziert als schädliche Emission auch viel ungenutzte Abwärme! Diese Abwärme wird durch die von uns geschilderten Mechanismen zumindest teilweise in tieferen Schichten des Erdreichs „versteckt“. Das Grundwasser sorgt dabei für entsprechende raschere Übertragungsmechanismen als dies in trockenem Erdreich der Fall wäre.

Damit erwärmt sich der tiefere Untergrund. Der Effekt ist dabei beachtlich: die mittlere jährliche Bodentemperatur war 1990 9,96 °C und 2016 10,8 °C. Das entspricht einem Anstieg von 0,84 Kelvin in 26 Jahren.

Die Analyse der Messwerte untermauert damit unsere These, dass die in der Energiewende verwendeten Technologien eine Umverteilung von Energie in den Speichersystemen hervorrufen. Diese Umverteilung wiederum führt zu daraus resultierenden Änderungen im Klimaverlauf.

Die Energiewende macht sich damit den Klimawandel selbst! Ursache sind die schädlichen Emissionen bzw. Nebenwirkungen der nur auf den ersten Blick wirklich „grünen Energie“.

Das teuflische an dieser Situation ist nun, dass diese Änderungen wiederum als Argumente für eine weitere Forcierung einer grundfalschen Energiewende dienen. Dabei wird völlig übersehen, dass die Klimaänderung auch durch die sogenannte „erneuerbare oder grüne Energie“ hervorgerufen wird.

Die augenblickliche Konzentration auf CO₂ Emissionen macht uns blind für die eigentlichen Ursachen. Wir forcieren stattdessen sogar eine der Ursachen für diesen Klimawandel und verschärfen somit die Situation weiter.

Damit befänden sich der Klimaschutz, die Energiewende und die davon betroffene Menschheit in einer tödlichen Falle. Man versucht mit falschen Mitteln einen Klimawandel zu verhindern, während man gleichzeitig gerade durch den gewünschten Klimaschutz den vorhandenen Klimawandel erst recht forciert. Es ist sozusagen ein Versuch den Teufel mit Belzebub auszutreiben.

Bei diesem, durch die Änderungen in den Speichersystemen induzierten Klimawandel spielt CO₂ keine wirkliche Rolle. Unabhängig von der Frage zusätzlicher CO₂-Emissionen führen Eingriffe in die klimarelevanten Speichersysteme zu klimatischen Änderungen. Dieser Effekt ist zwar relativ verdeckt aber doch sowohl durch logische Argumente als auch durch Messwerte und Beobachtungsergebnisse nachvollziehbar.

Unsere Untersuchungen und Analysen zeigen, dass die diskutierten Arten der Nutzung erneuerbarer Energie nicht ohne Nebeneffekte auf Klima und Biosphäre bleiben. Wir haben hier in diesem Abschnitt eigentlich nur zwei Arten erneuerbarer Energie (Luft-Wärmepumpen und Solaranlagen) diskutiert.

Aber auch andere Arten der Nutzung erneuerbarer Energie dürften kaum wirklich so umweltschonend sein, wie sie gerne verkauft werden. Tatsächlich führen uns die bisherigen Analysen nun zu weiteren Bereichen der Energiewende, bei denen wir in den folgenden Kapiteln ebenfalls auf die massiven Nebenwirkungen hinweisen müssen.

Ende dieses Abschnitts

**Fortsetzung der Studie
im nächsten Download-Abschnitt**

**Bitte beachten Sie auch die
anderen Teile, denn diese enthalten ggf.
wichtige Hinweise und Zusatzinformationen
die auch für den hier vorliegenden
Abschnitt relevant sein können**