

# Luftfeuchtigkeit im Campingfahrzeug

1	Vorab etwas Theorie .....	1
1.1	Absolute Luftfeuchtigkeit .....	1
1.2	Relative Luftfeuchtigkeit .....	2
1.3	Taupunkttemperatur und Taupunkt.....	2
1.3.1	Diagramm Luftfeuchte und Taupunkt .....	2
1.4	Feuchtigkeit im Campingfahrzeug.....	3
2	Bildung von Kondenswasser vermeiden.....	3
2.1	Lüftung .....	3
2.2	Trockenmittel - Trockengranulat.....	3
2.2.1	Kalziumchlorid. ....	3
2.2.2	Streusalz oder Speisesalz .....	4
2.2.3	Silicagel .....	4
2.2.4	Zeolith - Tonerde.....	4
2.3	Elektrische Geräte .....	4
3	Atmungsaktive Abdeckplanen .....	5
4	Wie viel Wasser darf denn anfallen?.....	5

In unserer Umgebungsluft befindet sich immer eine bestimmte Menge Wasserdampf, welcher Luftfeuchtigkeit genannt wird. Die Menge Wasserdampf, die die Luft aufnehmen kann, hängt von der Temperatur und von dem Luftdruck ab. Je höher die Temperatur ist, desto mehr Wasserdampf kann die Luft aufnehmen, allerdings nur bis zu einer Höchstmenge, dem Sättigungswert. Kommt mehr Wasserdampf in die Luft, entsteht Nebel und es bildet sich Kondenswasser.

## 1 Vorab etwas Theorie

### 1.1 Absolute Luftfeuchtigkeit

Die absolute Luftfeuchtigkeit gibt an wie viel Gramm Wasserdampf ein Kubikmeter Luft enthält.

Die höchste Menge die die Luft aufnehmen kann bezeichnet man als Sättigungswert.

#### Sättigungswerte:

20 °C	17,3 g/m <sup>3</sup>
0 °C	4,8 g/m <sup>3</sup>
-20 °C	1,1 g/m <sup>3</sup>

## 1.2 Relative Luftfeuchtigkeit

Das geläufigste Maß für die Luftfeuchtigkeit ist die relative Luftfeuchtigkeit. Sie gibt an, wie hoch das Verhältnis des Wasserdampfgehalts zum Sättigungswert bei gleicher Temperatur ist. Sie wird in Prozent (%) angegeben.

## 1.3 Taupunkttemperatur und Taupunkt

Der Taupunkt ist die Temperatur bei der die Luft eine relative Feuchtigkeit von 100%, den Sättigungswert, erreicht. An diesem Taupunkt entsteht dann Tau. Kühlt sich die Luft weiter ab, kondensiert Wasserdampf in Form kleiner Tröpfchen aus.

Temperatur	Absolute Luftfeuchte	Relative Luftfeuchte
°C	g/m <sup>3</sup>	%
20	17,3	100 (Sättigung)
20	13,0	75
20	8,6	50
20	4,3	25

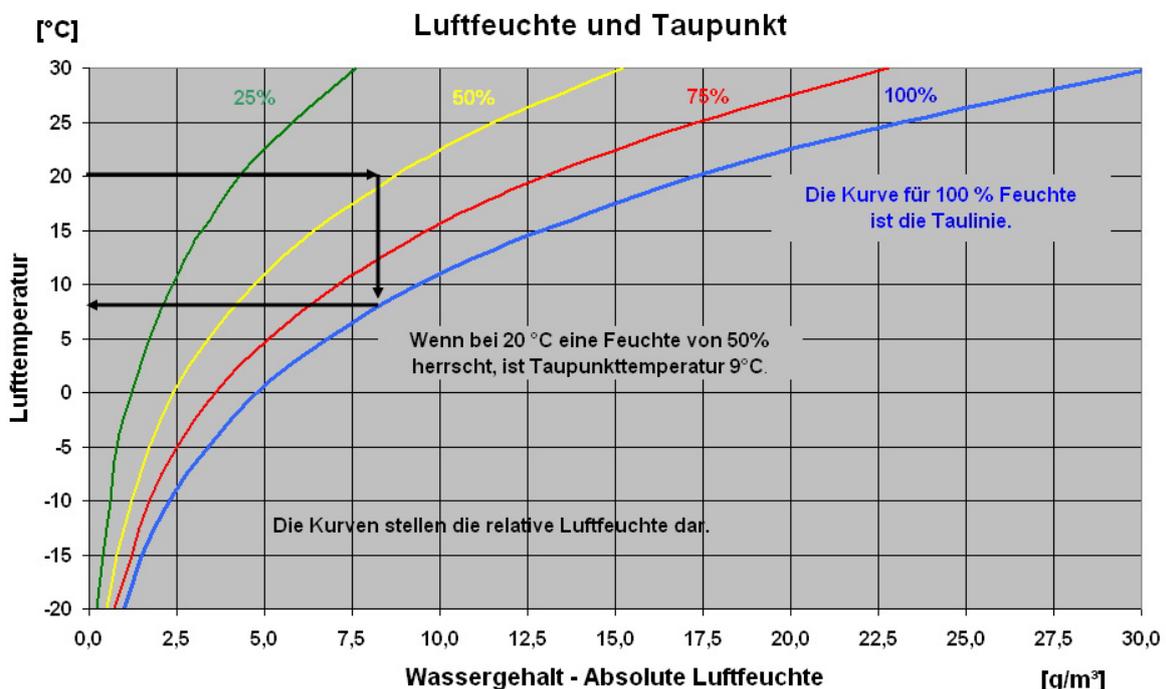
### Ein Beispiel aus dem Diagramm.

Die Temperatur ist +20°C bei einer Luftfeuchte von 50%. Schnittpunkt der gelben Kurve mit der 20°C Linie.

Nun will man feststellen bei welcher Temperatur Kondenswasser entsteht. Vom Schnittpunkt der gelben Kurve senkrecht nach unten bis zur blauen Kurve, der Sättigungskurve gehen. Bei der Temperatur von 9°C bildet sich Kondenswasser.

Für die Situation im Campingfahrzeug wäre das z.B. die Temperatur der Frontscheibe oder der unisolierten Außenwand, da sich hier häufig Kondenswasser bildet.

### 1.3.1 Diagramm Luftfeuchte und Taupunkt



## **1.4 Feuchtigkeit im Campingfahrzeug.**

Prinzipiell stört die Luftfeuchtigkeit im Campingfahrzeug nicht, solange sich kein Kondenswasser bildet.

Den Zustand der hohen Luftfeuchtigkeit hat man im bewohnten Campingfahrzeug ständig. Beim Kochen oder beim Schlafen entsteht Wasserdampf.

Eine Person verdunstet pro Nacht ca. 500 g Wasser. Die Luft im Campingfahrzeug kann vielleicht 100 g aufnehmen. Alles andere geht in Bettwäsche, Kleidung, Polster, ein Teil über die Lüftung nach außen. Bei Tag erfolgt durch die Belüftung dann wieder ein Ausgleich mit der Außenluft.

Eine hohe Luftfeuchtigkeit und damit einhergehende Kondensation ist normal und häufig nicht zu vermeiden. Es ist auch nicht unbedingt schädlich. Schädlich würde es werden, wenn man die Feuchtigkeit im Campingfahrzeug belässt und nicht durch Lüftung nach außen transportiert.

Fürs Campingfahrzeug gilt, ob im Winter oder Sommer, bewohnt oder nicht bewohnt, Lüften, lüften und nochmals lüften.

## **2 Bildung von Kondenswasser vermeiden**

Es gibt drei Methoden der Entfeuchtung

- durch Lüften
- durch Trockenmittel
- durch elektrische Geräte.

### **2.1 Lüftung**

Zur Vermeidung von Kondenswasserbildung müssen innerhalb und außerhalb des Campingfahrzeuges die gleichen meteorologischen Bedingungen herrschen. Dazu muss das Campingfahrzeug gut belüftet werden. Die Fenster und Dachluken sollen soweit öffnen sein, damit ein Luftaustausch stattfindet. Gutes Lüften reicht also vollkommen aus.

Bei Nebel, da ist die Luft mit Wasserdampf gesättigt, kann es zu Kondenswasserbildung kommen. Bei Nebelperioden kann es daher sinnvoll sein einen Luftentfeuchter einzusetzen. Ansonsten bringt der Einsatz von Luftentfeuchtern keinen Vorteil, auch keinen Nachteil.

### **2.2 Trockenmittel - Trockengranulat**

Der Einsatz von Trockengranulat ist dann sinnvoll wenn man das Campingfahrzeug nicht lüften kann. Luftentfeuchter verwenden und gleichzeitig lüften sollte man nicht. Denn die Geräte ziehen dann von außen die Feuchtigkeit ins Campingfahrzeug. Die Trockengranulate müssen hygroskopische Eigenschaften haben. Das heißt, sie müssen der Luft die Feuchtigkeit entziehen können.

#### **2.2.1 Kalziumchlorid**

Das bekannte Trockengranulat besteht aus Kaliumchlorid. Das entzieht der umgebenden Luft die Feuchtigkeit, wird dabei flüssig und tropft nach

unten weg. Die Zwischenräume zwischen dem Trockengranulat bleiben erhalten. Viele Zwischenräume sind wichtig, damit viel Luft mit dem Trockenmittel in Kontakt kommt und Feuchtigkeit an das Trockenmittel abgegeben werden kann.

Theoretisch bindet 1 kg Kaliumchlorid knapp einen Liter Wasser. Wie viel Wasser es wirklich aufnimmt hängt sehr stark von dem Wassergehalt in der Luft, der Luftfeuchte ab.

### **2.2.2 Streusalz oder Speisesalz**

Diese Mittel sind ungeeignet.

Speisesalz besteht zu 97 % aus Natriumchlorid (NaCl) der Rest sind andere Salze, wie Magnesiumchlorid (MgCl<sub>2</sub>).

Natriumchlorid (NaCl) ist nicht hygroskopisch, es kann der Luft kein Wasser entziehen. Der geringe Anteil an Magnesiumchlorid (MgCl<sub>2</sub>) ist hygroskopisch, es kann der Luft Wasser entziehen. Es sind also nur die 3% Magnesiumchlorid die Wasser aufnehmen können. Die überziehen das Natriumchlorid mit einer Kruste und nehmen keine Feuchtigkeit mehr auf.

### **2.2.3 Silicagel**

Silicagel besteht aus Kieselsäure (Siliziumdioxid), auch als Kieselgel bezeichnet. Diese Mittel sind oftmals mit einem blauen Wasser-Indikator eingefärbt. Wenn Silicagel Wasser gebunden hat, verfärbt sich der Indikator von blau nach blass rosa. Dies ist dann ein Zeichen, dass die Wasseraufnahmefähigkeit erschöpft ist.

Es gibt auch Mittel mit anderen Farbwechseln von orange nach farblos. Man kann Silicagel selbst regenerieren. Dazu bringt man es auf einem Backblech ca. 3 Stunden in einen Backofen. Bei etwa 120°C bis 150°C wird es regeneriert. Es ändert dabei seine Farbe wieder in seine Ursprungsfarbe.

Silicagel kann bis zu ca. 30 % seiner Eigenmasse an Wasser aufnehmen. Das hängt sehr stark von der Temperatur und dem Wassergehalt in der Luft ab.

Bei einer relativen Luftfeuchte (rF) von 60% sind es 30 %, bei rF von 20% sind es noch 10 % der Eigenmasse.

### **2.2.4 Zeolith - Tonerde**

Weniger bekannt sind Trockenmittel auf Basis von Zeolithen. Sie verhalten sich ähnlich wie Silicagel und können ebenfalls mit Wärme regeneriert werden.

Ihre Wasseraufnahmefähigkeit geht auch bis zu 30% ihrer Eigenmasse. Zeolithe sind Aluminiumsilikate

## **2.3 Elektrische Geräte**

Solche Geräte haben ein Kühlaggregat, sie funktionieren wie ein Kühlschrank. Die Luft wird abgekühlt, sie unterschreitet dabei den Taupunkt und Wasser kondensiert. Die Entfeuchtung durch Kühlung ist die teuerste aller Methoden. Die verbrauchen viel Energie, man sollte sie vermeiden. Die kleinsten elektrischen Luftentfeuchter haben eine Entfeuchtungsleistung von 10 Liter Wasser am Tag. Bei einem geschlossenen Fahrzeug fal-

len über die Winterperiode weniger Kondenswasser an. Diese Geräte sind viel zu groß für ein Campingfahrzeug und der Betrieb ist unwirtschaftlich.

### **3 Atmungsaktive Abdeckplanen**

Firmen bieten Abdeckplanen mit atmungsaktiven Eigenschaften an. Bei der Abdeckung eines Campingfahrzeuges bringt dies keinen Vorteil. Das atmungsaktive Prinzip funktioniert am besten, wenn die eine Seite der Abdeckplane oder Kleidungsstück feucht und warm und die andere Seite kalt und trocken ist.

Am Körper funktioniert es, aber eben nicht bei der Einkapselung von Fahrzeugen.

Am Körper wird der Schweiß, Feuchtigkeit, durch das atmungsaktive Gewebe nach außen transportiert. Der Körper ist wärmer als seine Umgebung und durch den Schweiß herrscht am Körper eine hohe Feuchtigkeit. Außerhalb des atmungsaktiven Gewebes ist es kälter und trockener. Dadurch wandert die Feuchtigkeit nach außen.

Physikalisch formuliert ist der Dampfdruck auf der einen Seite größer als auf der anderen Seite. Die Feuchtigkeit wandert immer von dem Bereich mit hohem Dampfdruck zu dem Bereich mit niedrigem Dampfdruck.

In tropischen Gegenden mit gleicher Luftfeuchtigkeit und gleichen Temperaturen außerhalb und innerhalb des atmungsaktiven Gewebes funktioniert es nicht mehr.

Wenn die Umgebungstemperatur noch höher ist als am Körper wandert die Feuchtigkeit sogar nach innen.

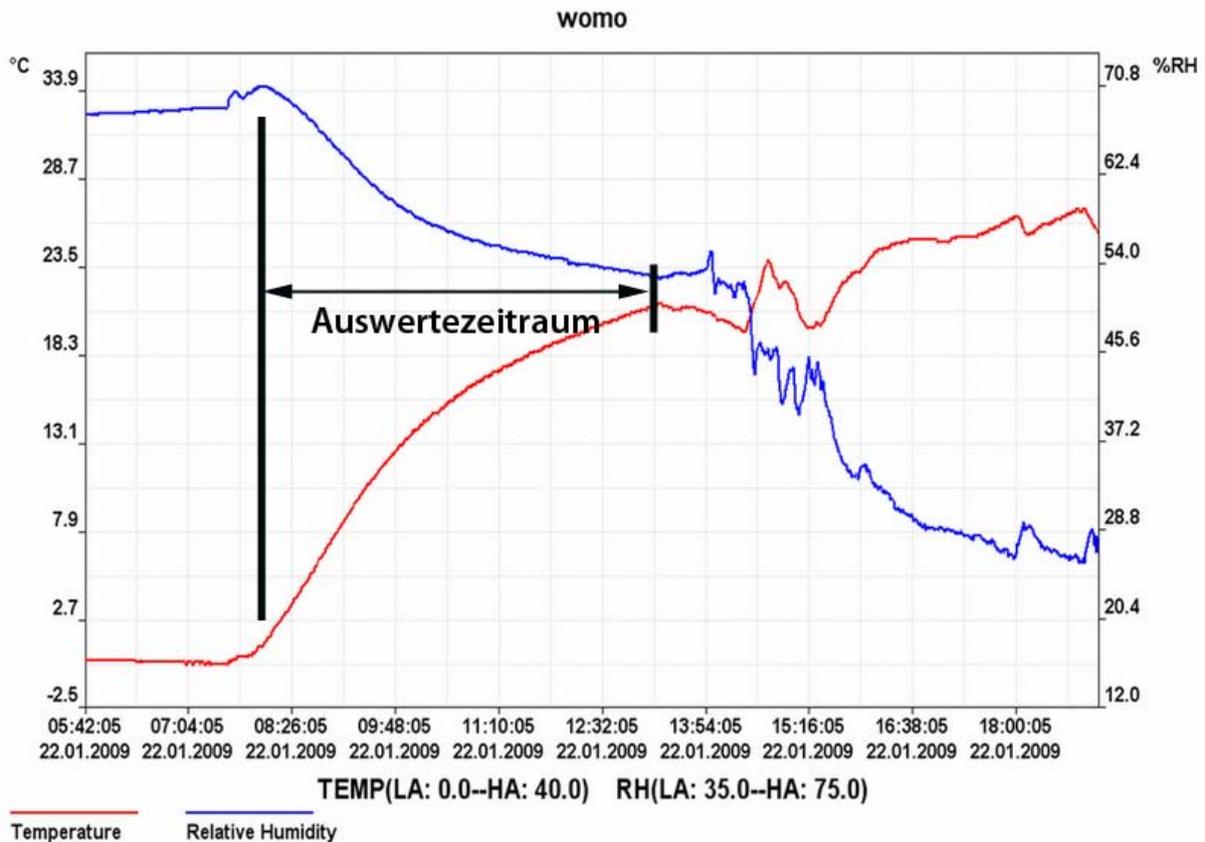
Beim eingepackten Campingfahrzeug ist die Temperatur innerhalb und außerhalb gleich und bei entsprechenden Standzeiten auch weitgehend die Luftfeuchtigkeit. Da kann dann keine Feuchtigkeit durch die Plane wandern.

In ungünstigen Fällen schadet es mehr als es nützt. Wenn es außen warm und feucht wird und es innen noch kalt und trockener ist wandert die Feuchtigkeit der Luft von außen nach innen und erhöht innen die Luftfeuchtigkeit.

Wenn man einpacken möchte, reicht eine normale Plane ohne atmungsaktive Eigenschaften.

### **4 Wie viel Wasser darf denn anfallen?**

Mit der Entfeuchtung will man den Wasserdampfgehalt in der Luft niedrig halten, damit sich kein Kondenswasser bildet und als Folge Schäden entstehen können. Um abschätzen zu können wie intensiv man eine Entfeuchtung betreiben sollte ist interessant, welche Wassermenge anfallen kann.



Ein Forenkollege hat während der Aufheizphase seines Campingfahrzeuges die Temperatur und relative Feuchtigkeit registriert. Während dieser Zeit befand sich niemand im Fahrzeug.

Die Anfangstemperatur lag bei 3°C, die Luftfeuchte betrug 70%. Das entspricht einer Wassermenge von 4 g/m<sup>3</sup> Luft. Nach ca. 1,5 Stunden Aufheizzeit betrug die Temperatur 20°C und die rel. Luftfeuchte 54%, was einem Wassergehalt von 10 g/m<sup>3</sup> Luft entspricht. Der Wassergehalt hat sich mehr als verdoppelt.

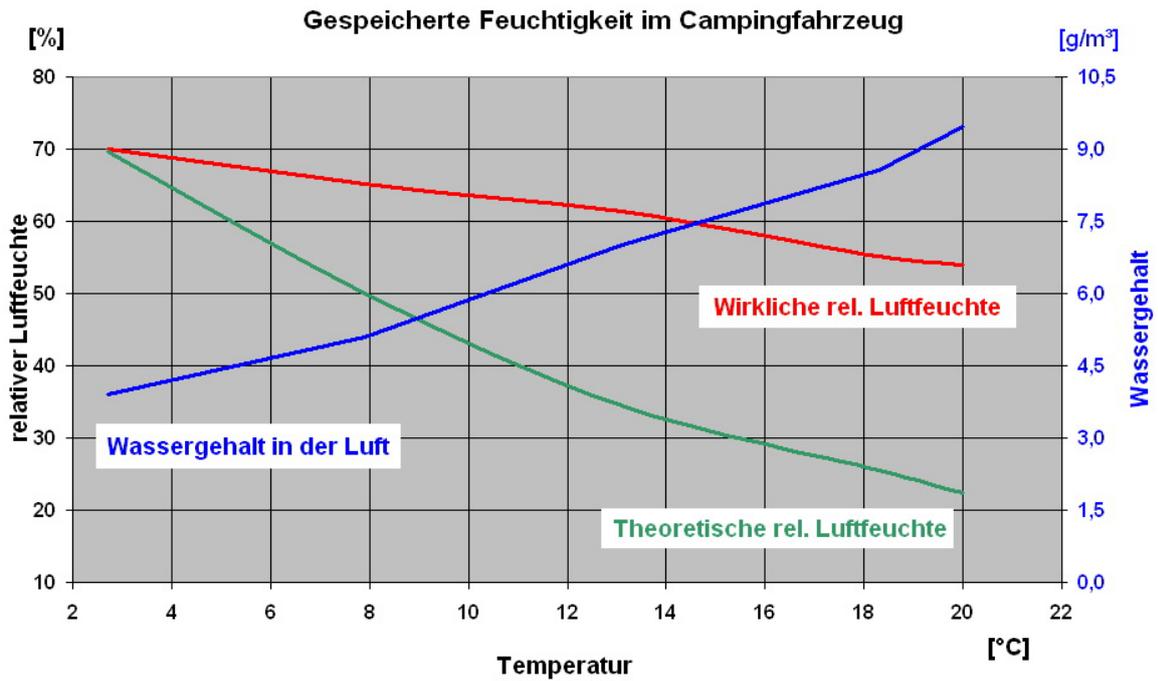
Die Luft hat sich zusätzlich Wasser geholt, denn ohne das zusätzliche Wasser, hätte die rel. Luftfeuchte auf 22% sinken müssen. Von außen konnte das Wasser nicht kommen, denn während der Aufheizphase vergrößert sich das Luftvolumen, wodurch Luft von Innen nach Außen strömt. Das Wasser kann nur aus den Postern und sonstigen Textilien, die Feuchtigkeit speichern, kommen.

Die Daten während des Aufheizvorganges aus dem obigen Diagramm etwas anders dargestellt.

Die rote Kurve zeigt den Verlauf der relativen Feuchte im Fahrzeug an. Wenn von außen und aus den Polstern keine Feuchtigkeit in die Luft gelänge, hätte die relative Luftfeuchte dem Verlauf der grünen Kurve entsprechen müssen.

Die Differenz zwischen rot und grün entspricht der Wassermenge die in den Polstern gespeichert war.

Die blaue Kurve zeigt wie viel Wasser die Luft aufgenommen hat.



Die Wassermenge hat um  $6 \text{ g/m}^3$  Luft zugenommen. Bei einem Luftvolumen von  $50 \text{ m}^3$  sind das  $300 \text{ g}$  Wasser. Wer also wesentlich mehr als  $1 \text{ l}$  Wasser entfernt, kann davon ausgehen, dass er den Unterstand trocknet, in dem sein Fahrzeug untergestellt ist.

© Wolfgang Geiger