



## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Der Software-Lizenzvertrag .....</b>	<b>5</b>
<b>2. Einführung .....</b>	<b>9</b>
2.1. Funktionsumfang .....	9
2.2. Neuerungen (Version 4.0) .....	9
<b>3. Die ersten Schritte .....</b>	<b>11</b>
3.1. Systemvoraussetzungen .....	11
3.2. Installation des Hauptprogramms .....	11
3.3. Updates einspielen .....	12
3.4. Starten des Programms mit USB-Dongle .....	12
3.5. Starten des Programms mit einem Zeitkonto .....	13
3.6. Ein Zeitkonto einrichten .....	14
3.7. Nach dem Programmstart .....	14
3.8. Arbeiten mit dem Zeitkonto .....	15
3.9. Spracheinstellungen .....	15
<b>4. Die Hauptfenster .....</b>	<b>16</b>
4.1. Das h,x-Diagramm .....	16
4.2. Die Maus-Anzeige .....	17
4.3. Das Projektfenster .....	18
4.4. Die Tabelle und Aktionen .....	19
4.5. Die Toolbar .....	20
<b>5. Die Optionen .....</b>	<b>21</b>
5.1. Das Gebietsschema .....	21
5.2. Der Arbeitsbereich .....	22
5.3. Linien, Texte und Felder .....	24
5.4. Der Mauscursor .....	25
5.5. Das Internet .....	26
<b>6. Arbeiten mit dem h,x-Diagramm .....</b>	<b>27</b>
6.1. Setzen und Korrigieren von Punkten mit der Maus .....	27
6.2. Setzen und Editieren von Punkten über die Tastatur .....	27
6.3. Berechnung von Differenzen zweier aufeinander folgender Punkte .....	29
6.4. Einen neuen Luftweg eröffnen .....	30
6.5. Einfügen eines Punktes .....	31
6.6. Vertauschen zweier Punkte .....	31
6.7. Kopieren eines Punktes .....	31
6.8. Arbeitsblätter vergleichen .....	31
6.9. Löschen eines einzelnen Punktes .....	32
6.10. Tabelle löschen .....	32
6.11. Neues Arbeitsblatt .....	33
6.12. Arbeitsblatt schließen .....	33
6.13. Kopieren eines Punktes in ein anderes Arbeitsblatt .....	33
6.14. Kopieren eines Arbeitsblattes auf ein zweites Blatt .....	33
6.15. Kopieren eines Diagramms oder einer Tabelle in die Zwischenablage .....	34
6.16. Exportieren von Diagrammen und Tabellen .....	34
<b>7. Die Aktionen .....</b>	<b>35</b>

7.1. Adiabatische Kühlung.....	35
7.2. Rekuperative und regenerative Wärmerückgewinnung .....	36
7.3. Luftströme mischen .....	36
7.4. Heizen .....	37
7.5. Kühlen und Entfeuchten .....	37
7.6. Befeuchten .....	37
7.7. Feuchtkugelpunkt ermitteln .....	38
7.8. Taupunkt ermitteln.....	38
7.9. Aktionen löschen .....	38
7.10. Aktionen verketten.....	38
<b>8. Darstellung im Diagramm.....</b>	<b>40</b>
8.1. Manuelles Verschieben von Texten im Diagramm .....	40
8.2. Automatisches Ausrichten von Beschriftungen im Diagramm .....	40
8.3. Vergrößern eines Bildausschnittes .....	40
8.4. Automatisches Vergrößern eines Bildausschnittes .....	40
8.5. Verkleinern eines Bildausschnittes .....	41
8.6. Behaglichkeitsfelder .....	41
8.7. Anzeige von Klimafeldern verschiedener Länder.....	41
8.8. Anzeige von eigenen Klimafeldern.....	41
8.9. Anzeige von gewichteten Klimafeldern .....	41
8.10. Weitere gewichtete Klimafelder hinzufügen .....	42
8.11. Klimafelder selbst anlegen .....	42
8.12. Ein selbstdefiniertes Klimafeld verändern .....	44
<b>9. Zusatzmodule .....</b>	<b>46</b>
9.1. Berechnung der Luftmenge zur Entfeuchtung von Hallenbädern.....	46
<b>10. Bearbeiten von Projekten.....</b>	<b>49</b>
10.1. Öffnen von Projekten.....	49
10.2. Projekte verknüpfen.....	49
10.3. Drucken .....	49
10.4. Speichern von Projekten .....	50
10.5. Ein neues Projekt beginnen .....	51
10.6. Vorführung.....	51
<b>11. Fenstereinstellungen .....</b>	<b>53</b>
11.1. Toolbar einschalten.....	53
11.2. Toolbar ausschalten.....	53
11.3. Voreinstellung der Fensterpositionen wiederherstellen .....	53
11.4. Eigenen Standard der Fensterpositionen speichern .....	53
11.5. Eigenen Standard der Fensterpositionen wiederherstellen .....	54
<b>12. Tutorium.....</b>	<b>55</b>
12.1. Beispiel: Berechnung der Kühlleistung einer „adiabatischen“ Kühlung .....	55
12.1.1. Kurzbeschreibung: „adiabatische“ Kühlung .....	57
12.2. Beispiel: Mischen zweier Volumenströme in einer Misch-kammer.....	58
12.2.1.: Kurzbeschreibung Mischen von zwei Volumenströmen in einer Mischkammer .....	59
12.3. Beispiel: Berechnung der erforderlichen Heizleistung und der Befeuchtungsleistung einer Klimaanlage für ein Gebäude im Winter .....	60

12.4. Ermitteln des Zuluftpunktes eines Klimasystems mit rekuperativer  
Wärmerückgewinnung und konstantem Umluftanteil .....66

## **1. Der Software-Lizenzvertrag**

Nachfolgend sind die Vertragsbedingungen für die Benutzung von Software der Fa. Geometrico GbR (im folgenden Geometrico genannt) durch Sie, den Endverbraucher (im folgenden Lizenznehmer genannt), aufgeführt. Durch das Öffnen der Datenträgerpackung bzw. durch Herunterladen und Installation unserer Software erklären Sie sich mit diesen Vertragsbedingungen einverstanden. Lesen Sie deshalb den nachfolgenden Text vollständig und genau durch. Wenn Sie mit den Vertragsbedingungen nicht einverstanden sind, so dürfen Sie diese Datenträgerpackung nicht öffnen oder die Software installieren. Geben Sie in diesem Fall die ungeöffnete Datenträgerpackung sowie alle anderen Teile des erworbenen Produkts (einschl. allen schriftlichen Materials, und der kompletten unbeschädigten Verpackung) unverzüglich, aber spätestens innerhalb von 14 Tagen, dort zurück, wo Sie das Produkt erworben haben.

### **VERTRAGSBEDINGUNGEN**

#### **1. Gegenstand des Vertrages**

Gegenstand des Vertrages ist das Basisprogramm „menerga Psychrometric Chart 4.0“ und darauf aufbauende Zusatzmodule sowie die dazugehörigen Bedienungsanleitungen und Programmbeschreibungen. Sie werden im folgenden als „Lizenz-Software“ bezeichnet.

#### **2. Umfang der Benutzung**

Geometrico gewährt dem Lizenznehmer für die Dauer des Vertrages das nicht ausschließliche und nicht übertragbare Recht (im folgenden „Lizenz“ genannt) zur Benutzung der Lizenz-Software auf, bzw. an einem einzelnen Computer (d.h. mit nur einer Zentraleinheit/CPU) und nur an einem Ort. Der Lizenznehmer persönlich (nicht durch Dritte) darf die Lizenz-Software auch vorübergehend auf einem anderen Computer benutzen, vorausgesetzt, dass die Lizenz-Software regelmäßig auf immer nur einem einzelnen Computer genutzt wird. Eine weitergehende Nutzung ist nicht zulässig.

#### **3. Kopiererlaubnis**

Der Lizenznehmer erhält das Recht zur Anfertigung maschinenlesbarer Kopien der Lizenz-Software für die Aufbewahrung in einem Archiv, wenn solche Kopien dazu bestimmt sind, verbrauchte oder zerstörte Kopien der Lizenz-Software zu ersetzen oder zu rekonstruieren und nur im Rahmen der mit diesem Vertrag übertragenen Rechte genutzt zu werden.

#### **4. Rechte von Geometrico an der Lizenz-Software**

Geometrico ist Inhaber aller Eigentums- und sonstigen Rechte der Lizenz-Software, deren Dokumentation und der an den Lizenznehmer in Ausführung dieses Vertrages übergebenen Datenträger und Unterlagen. Der Lizenznehmer überträgt und Geometrico nimmt das Eigentum an, an sämtlichen Kopien der Lizenz-Software und/oder der Dokumentation, die von dem Lizenznehmer während der Laufzeit dieses Vertrages hergestellt werden, einschließlich solchen, die unter Bruch dieses

Vertrages vom Lizenznehmer etwa hergestellt werden sollten. Mitübertragen wird jedenfalls das Eigentum an Datenträgern, welcher Art auch immer, es sei denn, es handelt sich um einen nicht-separierbaren Kernspeicher in der Zentralrecheneinheit. Bei der Erstellung jeder Kopie ist sicherzustellen, dass der Copyright-Vermerk für Geometrico unter Hinweis auf alle Rechte von Geometrico gemäß den vorhergehenden Absätzen in maschinenlesbarer Form (soweit maschinenlesbare Kopien hergestellt werden) und/oder in Klarschrift angebracht werden. Auf Datenträgern, welcher Art auch immer, und Behältnissen, in denen Datenträger aufbewahrt werden, auf denen die Lizenz-Software aufgezeichnet ist, ist mit einem unübersehbaren, mit dem Gegenstand fest verbundenen Aufdruck/Aufkleber auf das Eigentum und alle anderen Rechte von Geometrico gemäß den vorstehenden Absätzen hinzuweisen. Gleiches gilt für die Dokumentation der Lizenz-Software und die Behältnisse, in denen diese Dokumentationen aufbewahrt werden.

### **5. Geheimhaltung der Lizenz-Software**

Der Lizenznehmer ist nicht berechtigt, Dritten Benutzungsrechte an der Lizenz-Software einzuräumen. Eine zeitweilige Nutzung durch Dritte ist nur dann zulässig, wenn dies nur zur Nutzung unbedingt erforderlich ist. Eine Vermietung oder ein Verleih der Lizenz-Software ist ausdrücklich untersagt.

### **6. Gewährleistung und Haftung**

Geometrico und dem Lizenznehmer ist bekannt, dass Funktionsstörungen der Lizenz-Software nach dem Stand der Technik auch bei größter Sorgfalt nicht ausgeschlossen werden können. Die uneingeschränkte Funktionsfähigkeit der Lizenz-Software und/oder die Behebung aller Fehler kann deswegen nicht gewährleistet werden.

Die Haftung von Geometrico für Programmfehler der Lizenz-Software, auch späterer Update-Versionen im Rahmen dieses Vertrages, ist deswegen ausschließlich auf Fälle des von Geometrico zu vertretenden Vorsatzes oder grober Fahrlässigkeit beschränkt.

Dies vorausgeschickt, übernimmt Geometrico die Gewährleistung gegenüber dem Lizenznehmer, dass zum Zeitpunkt des Vertragsschlusses die Lizenz-Software unter normalen Betriebsbedingungen materialtechnisch fehlerfrei ist. Sollten die Datenträger fehlerhaft sein, so kann der Lizenznehmer Ersatzlieferung während eines Zeitraums von 6 Monaten ab Aushändigung der Lizenz-Software verlangen. Er muss hierzu den Datenträger mit der Lizenz-Software (einschließlich der Reservekopie), nebst Handbüchern und Dokumentationen sowie einer Kopie der Rechnung/Quittung an den jeweiligen nationalen Vertrieb von Geometrico oder an den Händler, von dem das Produkt bezogen wurde, zurückgeben. Geometrico verspricht für die Dauer von 6 Monaten ab Vertragsschluss kostenlos alle zumutbaren Anstrengungen zur Sicherstellung der Funktion der Lizenz-Software entsprechend den Spezifikationen in der Programmbeschreibung zu unternehmen. Voraussetzung dieser Gewährleistung ist, dass die Lizenz-Software in der vorgesehenen Konfiguration unter bestimmungsgemäßen Betriebsbedingungen betrieben werden. Einen ununterbrochenen und fehlerfreien Betrieb garantiert Geometrico nicht.

Jegliche Gewährleistungsansprüche des Lizenznehmers entfallen, wenn er von sich aus in die Lizenz-Software eingreift, sie wie auch immer modifiziert, unabhängig in

welchem Umfang solche Modifikationen stattfinden und/oder stattgefunden haben. Als Modifikation gilt auch die Übersetzung der Lizenz-Software in eine andere Programmiersprache.

Nach Wahl von Geometrico kann die Gewährleistung durch Änderung der Lizenz-Software oder durch Austausch gegen eine andere Lizenz-Software erfolgen. Wenn und insoweit im Rahmen der Gewährleistung der Umfang der Lizenz-Software sich ändert, insbesondere mehr Speicherkapazität für das Programm erforderlich ist, kann der Lizenznehmer deswegen keinerlei Rechte gegen Geometrico geltend machen.

Weitergehende Rechte stehen dem Lizenznehmer nicht zu. Geometrico haftet nicht für irgendwelche Schäden an der Lizenz-Software, für Schäden an anderen Programmen und/oder an der benutzten Hardware für den Ausfall von Arbeitsergebnissen, Umsatz oder Gewinn, für direkte oder mittelbare Schäden des Lizenznehmers oder Dritter, es sei denn, solche Schäden wären von Geometrico vorsätzlich oder grob fahrlässig hervorgerufen worden. Geometrico übernimmt insbesondere keine Gewähr dafür, dass die Lizenz Software den Anforderungen und Zwecken des Erwerbers genügt oder mit anderen von ihm ausgewählten Programmen zusammenarbeitet. Die Verantwortung für die richtige Auswahl und für die Benutzung der Lizenz-Software sowie der damit beabsichtigten oder erzielten Ergebnisse trägt der Lizenznehmer.

## **7. Laufzeit und Kündigung des Vertrages**

Dieser Vertrag tritt mit Öffnen der versiegelten Datenträgerpackung, bzw. mit dem Download der Software in Kraft und gilt unbegrenzt bis zur Kündigung entweder durch den Lizenznehmer oder durch Geometrico.

Der Lizenznehmer kann den Vertrag jederzeit unter Einhaltung einer Frist von 30 Tagen durch eingeschriebenen Brief kündigen. Das Recht zur außerordentlichen Kündigung aus wichtigem Grund steht beiden Vertragspartnern frei. Verletzt der Lizenznehmer eine der vorstehend festgehaltenen Verpflichtungen, so gilt dies als wichtiger Grund zur Kündigung des Lizenzvertrages durch Geometrico. Die Form der Kündigung aus wichtigem Grund durch Geometrico steht Geometrico frei. Mit Wirksamwerden der Kündigung dieses Vertrages hat der Lizenznehmer Geometrico die ihm von Geometrico überlassenen Originale der Lizenz-Software zurückzugeben und alle Kopien und Aufzeichnungen von der Lizenz-Software zu vernichten und die Vernichtung schriftlich verbindlich zu versichern.

## **8. Vertragsstrafe**

Die Geltendmachung von Schadensersatzansprüchen sowie anderen Konsequenzen (fristlose Kündigung der Vereinbarung etc.) behält sich Geometrico ausdrücklich vor.

## **9. Schlussbestimmungen**

Auf diesen Vertrag sowie seine Auslegung findet ausschließlich das Recht des Landes, in dem die Software vom Lizenznehmer erworben wurde, Anwendung.

Der Lizenznehmer erklärt sein Einverständnis damit, dass die aus der Geschäftsbeziehung gewonnenen personenbezogenen Daten im Sinne der Datenschutzgesetze von Geometrico für gesellschaftseigene Zwecke auch im Konzern verwendet werden.

Sollte eine Bestimmung dieses Lizenzvertrages ganz oder teilweise unwirksam sein oder werden, so berührt dies die Gültigkeit der übrigen Bestimmungen nicht. Die Parteien verpflichten sich vielmehr, die unwirksamen Bestimmungen durch eine wirksame Regelung zu ersetzen, die dem wirtschaftlichen Zweck der ursprünglich gewollten, aber unwirksamen Bestimmung möglichst nahe kommt.

Gerichtsstand ist das jeweilige Land, in dem der Lizenznehmer das Programm erworben hat bzw. der Ort des nationalen Geometrico-Vertriebes. Geometrico kann Rechtsstreitigkeiten aber nach Ihrer Wahl auch an dem Sitz des Lizenznehmers anhängig machen.

Sollten Sie zu diesem Lizenzvertrag Fragen haben oder Geometrico ansprechen wollen, wenden Sie sich bitte schriftlich an den Vertrieb Ihres Landes.

## **2. Einführung**

### **2.1. Funktionsumfang**

- Luftzustandseingabe über Tastatur durch Zweierkombination aus Trockenkugeltemperatur, Feuchtkugeltemperatur, relativer Feuchte, absoluter Wassergehalt und Enthalpie
- Direkte Luftzustandseingabe ins Diagramm mittels Mausclick
- Diagrammdarstellung nach Mollier oder Carrier
- Behaglichkeitsfeld nach:
  - DIN 1946 Teil II
  - ASHREA Sommer
  - ASHREA Winter
- Anzeige von Differenzen zwischen beliebigen Punkten
- Manuelle oder automatische Ausschnittsvergrößerung des Diagramms
- Mischen von Luftströmen
- Rekuperative und regenerative Wärmeaustauschprozesse
- "Adiabatische" Kühlung
- Heizen
- Kühlen / Entfeuchten
- Befeuchten
- Ermitteln von Tau- und Feuchtkugelpunkt
- Bearbeiten und Speichern beliebig vieler Diagrammen gleichzeitig
- Speichern der Tabellen im CSV-Format möglich
- Eingabe und Ausgabe von Werten in unterschiedlichen, frei wählbaren Maßeinheiten
- Modul zur Berechnung von Wasserverdunstungsmenge und Entfeuchtungsluftstrom für Hallenbäder nach VDI 2089:1994
- Überarbeitete Druckerausgabe für Hallenbadberechnung mit frei formatierbarem Kommentartext
- Mehrsprachige Version
- Mit Tool-Tips, Online-Hilfe und Handbuch

### **2.2. Neuerungen (Version 4.0)**

Dieses Kapitel enthält eine Liste aller Neuerungen unserer Software seit der Version **MENERGA h,x-Diagramm 3.0**, die Ihnen den Umgang mit unsrem Produkt noch komfortabler machen.

- Redo- und Undo-Funktion zum Zurücknehmen oder Wiederherstellen von Eingaben und Änderungen
- Bei der Tastatureingaben von Punkten können Grundrechenarten genutzt werden.
- Punkte können mehrzeilig und mit dynamischen Platzhaltern (Tags) für Trockenkugelttemperatur, Feuchtkugelttemperatur, relativer Feuchte, absoluter Wassergehalt, Enthalpie, Massen- und Volumenstrom beschriftet werden.
- Die Punktbeschriftungen im Diagramm können automatisch ausgerichtet werden.
- Luftwege werden durch Pfeile im Diagramm dargestellt
- Projektangaben können beliebig frei formatiert werden.
- Der Mauscursor ist im Diagramm auch als Koordinatenkreuz darstellbar.
- Neue Behaglichkeitsfeld nach:
  - DIN EN 13779:2004 Sommer
  - DIN EN 13779:2004 Winter
- Klimazonen für mehr als 90 Städte in Deutschland gemäß DIN 4710:2003
- Gewichtete Klimazonen (Summenhäufigkeitskurven) aus Testreferenzjahren für deutsche und internationale Städte (z.B. aus DIN 4710:2003) sind erhältlich und können dem Programm hinzugefügt werden
- Klimafelder können selbst definiert werden.
- Leichtes vergleichen von Prozessen durch Übereinanderlegen verschiedener Diagramme.
- Exportieren von Diagrammen im EMF- oder SVG-Format möglich.
- Kopieren der Diagramme und Tabellen über die Zwischenablage möglich.
- Grafische Darstellung des Diagramms für Programm und Ausdruck getrennt formatierbar
- Drucken mit Kopf- und Fußzeile, Autotexten für Datei- und Pfadname, Datum und Seitenzahl
- Zusammengefasste Berechnung für Hallenbäder mit mehreren, getrennten Räumen möglich
- Das Einheitensystem kann auf international übliche Größen umgestellt und gespeichert werden. Eine Einstellung des Einheitensystems nach SI- oder IP-Standard sind abrufbar.

## 3. Die ersten Schritte

### 3.1. Systemvoraussetzungen

Dieses Programm arbeitet auf einem Computer mit folgenden Mindestvoraussetzungen:

- Windows ME / NT4.0 / 2000 / XP
- Pentium CPU oder besser
- 128 MB RAM Arbeitsspeicher
- ca. 20 MB freie Festplattenkapazität
- Bildschirmauflösung von min. 800 x 600 Bildpunkten
- Bildschirmdarstellung mit min. 16 Bit Farbtiefe
- CD-ROM-Laufwerk
- USB-Port

Software, die auf Ihrem Computer vor der Installation bereits installiert sein muss:

- Microsoft Data Access Components (MDAC 2.5) oder besser. Diese Komponente ist bei Windows 2000 und XP bereits vorhanden.
- Microsoft Internet Explorer 5.0 oder höher. Diese Komponente ist bei Windows ME/2000 und XP bereits vorhanden.

Wenn diese Softwarekomponenten noch nicht auf Ihrem Computer installiert seien sollte, können Sie diese kostenlos von der offiziellen Microsoft-Homepage beziehen.

### 3.2. Installation des Hauptprogramms

Stellen Sie zu Beginn der Installation sicher, dass sämtliche Programme auf Ihrem Computer beendet sind und Sie über Administratorrechte verfügen.

Legen Sie die Installations-CD in das CD/DVD-Laufwerk Ihres Computers ein. Wenn die Autostartfunktion des Laufwerks deaktiviert ist, müssen Sie die Installation des **menerga Psychrometric Chart** manuell starten. Gehen Sie dazu mit dem Windows-Explorer auf das Laufwerk, in dem sich die eingelegte CD befindet und öffnen Sie die Datei SETUP.BAT durch Doppelklick. Folgen Sie anschließend den Anweisungen des Installationsprogramms.

### 3.3. Updates einspielen

Sollte im Verlauf des Lebenszykluses des **menerga Psychrometric Chart 4.0** Verbesserungen in das Programm eingearbeitet werden, so stellen wir Ihnen diese Verbesserungen in Form eines Updates kostenlos zur Verfügung. Eventuell vorhandene Updates finden Sie auf unserer Homepage unter <http://www.hx-diagramm.de/update>. Über den Vergleich der Releasenummer Ihres Programms mit der Nummer des angebotenen Updates können Sie feststellen, ob Sie über eine aktuelle Version des **menerga Psychrometric Chart 4.0** verfügen. Zum Auslesen der Releasenummer Ihres Programms, wählen Sie im Hauptmenü die Punkte **‚? -> Info‘** an. Im nun erscheinenden Info-Fenster sehen Sie die Releasenummer direkt unter dem Namen des Programms. Durch Anklicken des Fensters mit der Maus schließen Sie dieses wieder. Um Sie zu informieren, welche Änderungen wir an unserem Programm vorgenommen haben, stellen wir Ihnen auf unserer Homepage eine Änderungshistorie zur Verfügung.

Wenn Sie ein Update benötigen, laden Sie dieses Update von unserer Seite auf Ihren Computer herunter und führen Sie es an einer beliebigen Stelle aus. Tauschen Sie niemals einzelne Dateien des **menerga Psychrometric Charts** „von Hand“ aus, da hierdurch der Betrieb unserer Software beeinträchtigt werden kann. Nutzen Sie daher grundsätzlich unsere offiziellen Updateprogramme.

### 3.4. Starten des Programms mit USB-Dongle

Wenn Sie das **menerga Psychrometric Chart 4.0** mit einem USB-Dongle erworben haben, so stecken Sie diesen Dongle zunächst in einen freien USB-Port Ihres Computers. Der Dongle muss während der gesamten Nutzungsdauer des Programms am Computer angeschlossen bleiben, um einen störungsfreien Betrieb des Programms zu gewährleisten. Klicken Sie anschließend auf das **Start**-Symbol in der Windows-Programmleiste, anschließend **Alle Programme -> MENERGA -> menerga Psychrometric Chart 4.0**. Das Titelbild des Programms erscheint. Das Programm versucht nun eine Verbindung mit dem Geometrico-Webserver aufzubauen, um nach möglicherweise vorhandenen Updates für Ihr Programm zu suchen. Dies kann ein paar Sekunden dauern. Sollten neuere Versionen des Programms vorhanden sein, so werden Sie durch ein Nachrichtenfenster darauf hingewiesen. Wenn Sie den Programmstart beschleunigen möchten, können Sie die Updatesuche auch deaktivieren. Siehe dazu Kapitel 5.5. *Das Internet*.

### **3.5. Starten des Programms mit einem Zeitkonto**

Sie können das **menerga Psychrometric Chart 4.0** auch ohne USB-Dongle nutzen, in dem Sie eine Zeitkonto für eine bestimmte Nutzungsdauer erwerben. Voraussetzung für die Nutzung des Programms mit einem Zeitkonto, ist eine permanente Internetverbindung Ihres Computers während der gesamten Nutzungsdauer des Programms. Dies bietet sich besonders an, wenn Sie über eine Internet-Flatrate verfügen. Wir raten von der Nutzung des Zeitkontos ab, wenn Sie über einen Zeittarif mit dem Internet verbunden sind, da die Kosten für die Dauer der Internetnutzung die Kosten für unser Zeitkonto weit übersteigen können.

Klicken Sie auf das **Start**-Symbol in der Windows-Programmleiste, anschließend **Alle Programme -> MENERGA -> menerga Psychrometric Chart 4.0**. Das Titelbild des Programms erscheint. Das Programm versucht nun eine Verbindung mit dem Geometrico-Webserver aufzubauen, um zunächst nach möglicherweise vorhandenen Updates für Ihr Programm zu suchen und anschließend Ihre Kontoinformationen abzurufen. Dies kann ein paar Sekunden dauern. Wenn die Kontaktaufnahme erfolgreich war und ein Guthaben für Sie bestätigt wurde, verschwindet das Startbild und ihr Zeitguthaben wird rechts unten in der Statusleiste des Programms angezeigt. Sie können nun mit Ihrer Arbeit beginnen.

Sollten Sie noch kein Zeitkonto besitzen oder Ihr bisheriges Konto verbraucht sein, erscheint nach dem Startbild ein Fenster mit der Überschrift ‚Willkommen beim Geometrico-Mietdienst‘. Nach dem Schließen dieses Fensters befindet sich das Programm im Trialmode. Sie erkennen den Trialmode durch einen Lauftext im Feld **Zeitkonto** unten rechts in der Statusleiste des Programms.

Wenn das **menerga Psychrometric Chart 4.0** beim Start keinen Kontakt zum Internet herstellen kann, schließt sich das Startfenster nach einigen Sekunden und das Programm geht sofort in den Trialmode über. Überprüfen Sie dann gegebenenfalls die Internetverbindung Ihres Computers. Ändern Sie, wenn nötig, im Hauptmenü unter **Extras -> Optionen** die Einstellungen für die Internetverbindung des **menerga Psychrometric Chart 4.0**. Siehe dazu auch Kapitel 5.5. *Das Internet*.

#### **Achtung:**

Wenn das Programm im Trialmode arbeitet, können Sie sämtlich Funktionen des *menerga Psychrometric Chart 4.0* uneingeschränkt nutzen, um sich mit der Funktions- und Arbeitsweise des Programms kostenlos vertraut zu machen. Sämtliche Ergebnisse und Anzeigen werden jedoch verfälscht wiedergegeben, so dass eine weitere Verwendung der Daten nicht möglich ist!

### 3.6. Ein Zeitkonto einrichten

Wenn Sie das *menerga Psychrometric Chart 4.0* mit einem Zeitkonto betreiben wollen, so können Sie auf unserer Homepage <http://www.hx-diagramm.de> ein Zeitkonto käuflich erwerben. Mit Abschluss des Bezahlvorganges wird Ihnen auf unserer Webseite ein Kontocode mitgeteilt. Diesen Code erhalten Sie zur Sicherheit noch einmal per e-Mail zugesandt. Starten Sie nun unser Programm und stellen Sie sicher, dass das Programm freien Zugang zum Internet hat. Siehe dazu Kapitel 3.5. *Starten des Programms mit einem Zeitkonto*. Öffnen Sie anschließend über das Hauptmenü **Extras -> Zeitkonto** das Eingabefenster **Zeitkonto**. Drücken Sie anschließend die Steuertaste (Strg oder Ctrl) und die Taste ‚D‘ gleichzeitig. Es werden nun vier Eingabefelder sichtbar, in welche Sie Ihren Kontocode eintragen müssen. Klicken Sie hiernach auf den Button **aktivieren...‘**. Wenn die Aktivierung erfolgreich war, sehen Sie nun in der Statusleiste des Programms im Feld ‚Zeitkonto‘ das von Ihnen erworbene Zeitguthaben. Beim erneuten Start der Software müssen Sie den Code nicht mehr eingeben, bis Ihr Guthaben verbraucht ist.

### 3.7. Nach dem Programmstart

Nachdem das Startbild verschwunden ist, sehen Sie folgende Fenster:

- Das h, x - Diagramm
- Die Mausanzeige
- Das Projektfenster
- Die Fenster ‚Tabelle und Aktionen‘

Die Fenster sind in ihrer Größe und Position frei veränderbar.

Der Arbeitsbereich des h, x - Diagramms ist wie folgt vordefiniert:

- absoluter Wassergehalt x: 0 bis 35 Gramm Wasser pro Kilogramm trockener Luft
- Temperatur t: -20 bis 60 °C
- Luftdruck p: 1013,25 hPa

Diese Grundeinstellungen können über die Optionen Ihren individuellen Wünschen angepasst werden. Siehe dazu Kapitel 5.2. *Der Arbeitsbereich*.

### **3.8. Arbeiten mit dem Zeitkonto**

Für das einwandfrei Arbeiten mit dem Zeitkonto muss eine permanente Verbindung zwischen dem **menerga Psychrometric Chart 4.0** und unserem Webserver bestehen. Sie können den gleichen Kontocode auf mehreren Computer verwenden und sogar parallel arbeiten. Bei gleichzeitiger Nutzung mehrerer Programme mit dem gleichen Konto, wird dessen Guthaben entsprechend schneller verbraucht.

Sollte die Verbindung zu unserem Webserver einmal während der Arbeit ausfallen, so weist Sie das Programm mit der Nachricht ‚Verbindungsfehler!‘ hierauf hin. Sie können nun versuchen, die Verbindung wieder herzustellen oder Ihr aktuelles Projekt abspeichern. Wenn Sie keine Verbindung herstellen können, schaltet das Programm in den Trialmode, womit ein korrektes Weiterarbeiten zunächst nicht mehr möglich ist. Wenn die Verbindung zu unserem Webserver wieder hergestellt werden kann, können Sie die Arbeit an Ihrem Projekt fortsetzen.

### **3.9. Spracheinstellungen**

Beim ersten Start des Programms stellt dieses automatisch über das Betriebssystem fest, in welcher Sprache das Programm dargestellt werden soll. Voraussetzung ist natürlich, dass die Software über diese Sprache verfügt. Ist eine Sprache nicht vorhanden, so wird Englisch als Grundsprache gewählt. Genauso verfährt das Programm bei der Auswahl der Online-Hilfe.

Entspricht die Sprachauswahl nicht Ihren Wünschen oder wollen Sie einen Ausdruck in einer anderen Sprache vornehmen, so können Sie jederzeit eine Sprache manuell über das Hauptmenü unter **Extras -> Sprache** auswählen. Verfahren Sie genauso mit der Online-Hilfe unter **Extras -> Online-Hilfe**.

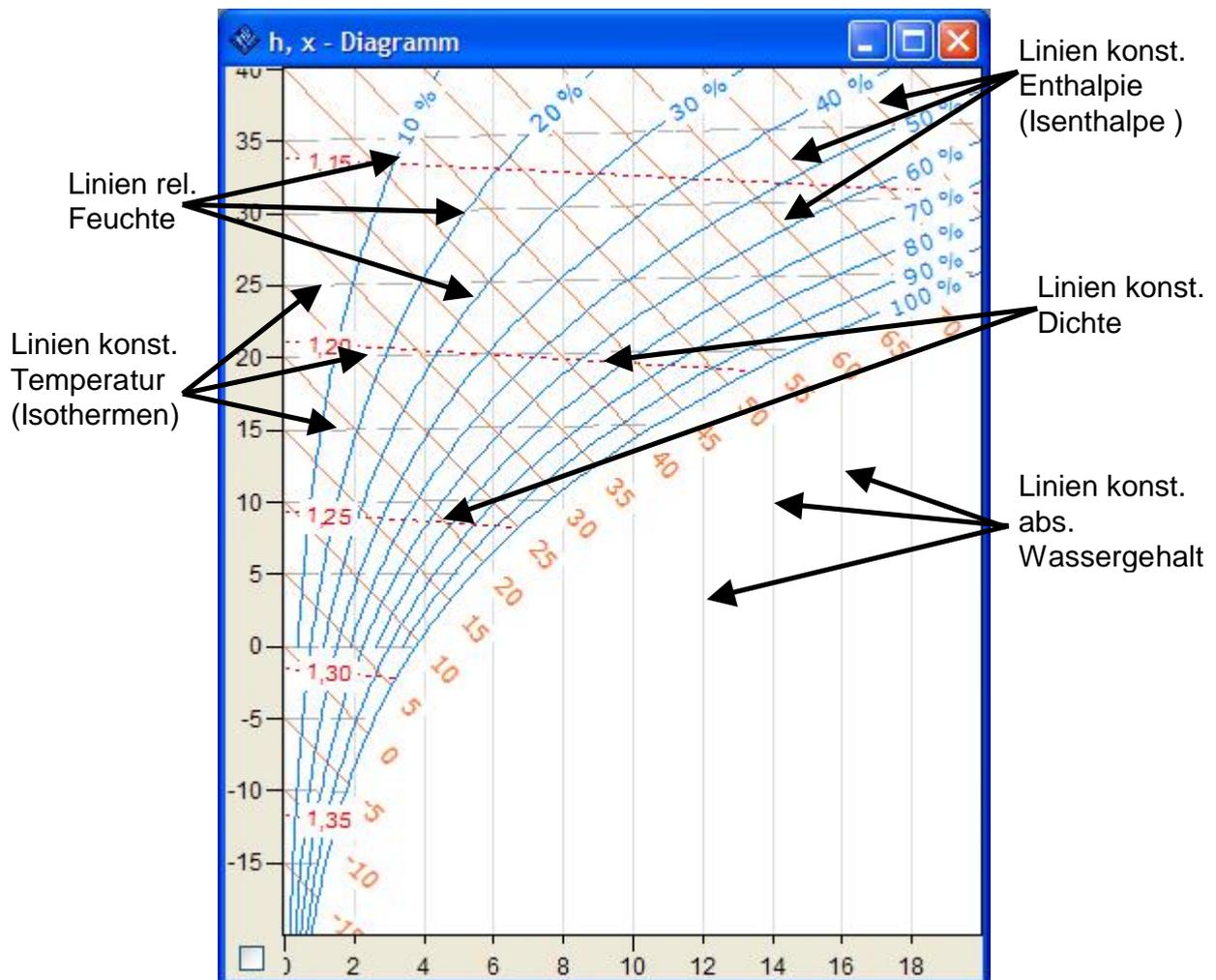
## 4. Die Hauptfenster

### 4.1. Das h,x-Diagramm

Auf der senkrechten Achse ist die Temperatur dargestellt. Die Linien konstanter Temperatur (Isothermen) laufen leicht steigend nach rechts. Die horizontale Achse zeigt den absoluten Wassergehalt an. Ist die psychrometrische Darstellung nach Carrier eingeschaltet, so sind diese beiden Achsen vertauscht.

Die gebogenen Linien im Diagramm zeigen den Verlauf der Linien konstanter, relativer Luftfeuchtigkeit an. Die schrägen, nach rechts unten verlaufenden Linien sind die Linien konstanter Enthalpie (Isenthalpen).

In der unteren linken Ecke finden Sie das Lock-Feld. Ist dieses Feld aktiviert, so ist das Diagramm gegen direkte Eingaben mit der Maus gesperrt. Das Feld kann jederzeit durch Mausklick aktiviert bzw. deaktiviert werden.

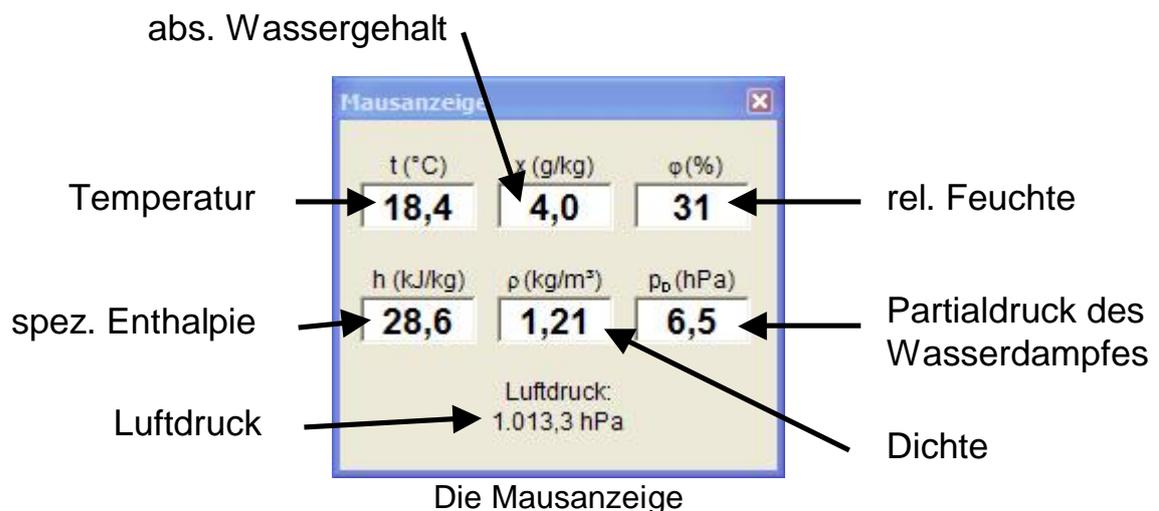


## 4.2. Die Maus-Anzeige

Führen Sie den Mauszeiger über das h,x-Diagramm und Sie erhalten im Fenster ‚Mausanzeige‘ die Cursorposition mit den aktuellen thermodynamischen Werten wie folgt angezeigt:

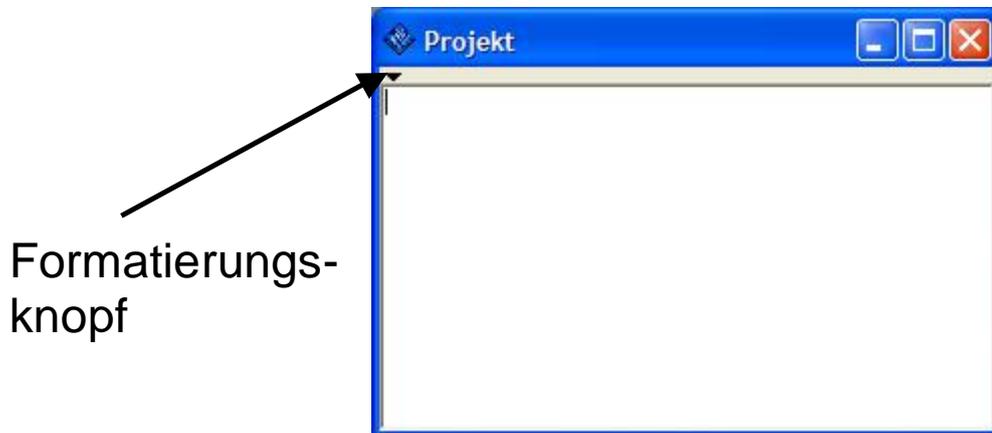
Temperatur:	$t$	$[^{\circ}\text{C}]$
absoluter Wassergehalt:	$x$	$\left[\frac{\text{g}}{\text{kg}}\right]$
relative Feuchte (Phi):	$j$	$[\%]$
spezifische Enthalpie:	$h_{t,x}$	$\left[\frac{\text{KJ}}{\text{kg}}\right]$
Dichte (Rho):	$r$	$\left[\frac{\text{kg}}{\text{m}^3}\right]$
Partialdruck des Wasserdampfes:	$p_D$	$[\text{hPa}]$
Luftdruck:	$p_L$	$[\text{hPa}]$

Die hier genannten Einheiten entsprechen der Grundeinstellung des SI-Einheitensystems und können jederzeit nach Ihren Wünschen verändert werden. Siehe dazu: *Kapitel 5.1 Das Gebietsschema*

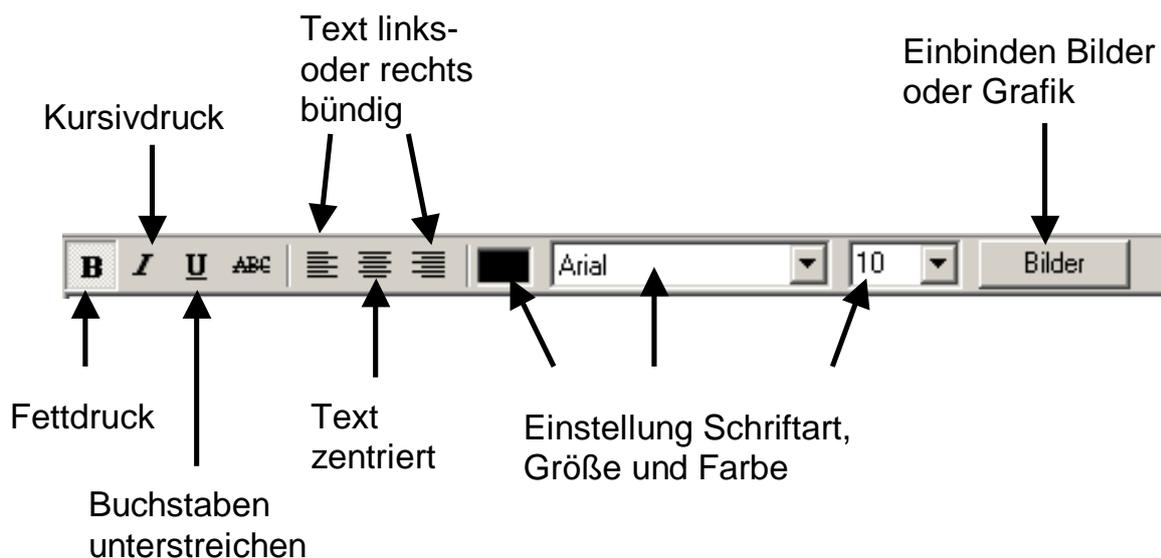


### 4.3. Das Projektfenster

Das Projektfenster bietet die Möglichkeit, Notizen, Anmerkungen oder einfach nur die Objektinformationen zu verwalten und mit dem Arbeitsblatt zu speichern.



Klicken Sie auf das weiße Eingabefeld im Projektfenster und notieren Sie dort Ihre Eintragungen. Sie können den eingegebenen Text frei formatieren. Durch einen Mausklick auf den Formatierungsknopf in der linken oberen Ecke öffnet sich die Formatierungsleiste mit den folgenden Funktionen:



Drücken Sie den Knopf **Bilder**, um Grafiken oder Bilder in das Projektfenster einzubinden. Nach Druck auf den Knopf öffnet sich ein Browserfenster, mit dem Sie die entsprechende Bilddatei auswählen können. Wenn Sie die Formatierungsleiste nicht mehr nutzen, wird sie automatisch wieder ausgeblendet.

Der eingegebene Text wird entsprechend Ihrer Formatierung auch beim Drucken wiedergegeben. Eingebundene Grafiken werden jedoch beim Ausdrucken nicht dargestellt.

#### **4.4. Die Tabelle und Aktionen**

Die Punkte und deren Werte werden im Feld ‚Tabelle‘ durch sechs untereinander liegende, weiße Felder angezeigt. Dargestellt werden hier:

- Temperatur:  $t$
- Relative Feuchte:  $\phi$  (Phi)
- absoluter Wassergehalt:  $x$
- spezifische Enthalpie der feuchten Luft:  $h$
- Volumenstrom der Luft:  $\dot{V}$
- Trockener Massenstrom der Luft:  $\dot{m}_d$

oder alternativ

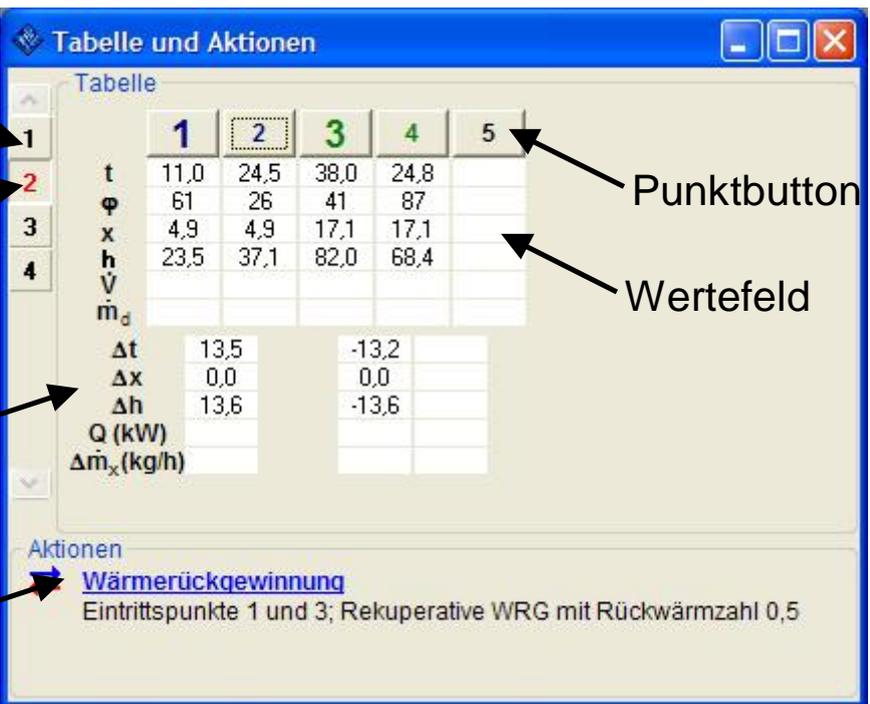
- Massenstrom der feuchten Luft:  $\dot{m}_w$

Darunter befinden sich fünf weitere Felder für die Differenzen zwischen zwei benachbarten Punkten. Dargestellt werden hier:

- Temperaturdifferenz  $\Delta t$
- Differenz des absoluten Wassergehaltes  $\Delta x$
- Differenz der spezifischen Enthalpie  $\Delta h$
- Heiz- oder Kühlleistung  $Q$
- Be- oder Entfeuchtungsleistung  $\Delta \dot{m}_x$

Im Feld ‚Aktionen‘ werden die eingebunden Aktionen eines Arbeitsblattes festgehalten und können dort durch Anklicken bearbeitet werden.

Links neben dem Feld ***Tabelle*** befindet sich eine Buttonreihe, welche die Anzahl der Arbeitsblätter eines Projektes anzeigt. Durch Anklicken eines Buttons wechseln Sie zum entsprechenden Arbeitsblatt. Das aktuelle Arbeitsblatt wird durch eine rote Zahl gekennzeichnet. Alternativ können Sie ein Arbeitsblatt auch über den Menüpunkt ***Fenster*** des Hauptmenüs anwählen.



Buttonleiste  
Arbeitsblätter

aktuelles  
Arbeitsblatt

Differenzen  
aufeinander  
folgender Punkte

Anzeige  
Aktionen

Punktbutton

Wertefeld

	1	2	3	4	5
t	11,0	24,5	38,0	24,8	
$\varphi$	61	26	41	87	
x	4,9	4,9	17,1	17,1	
h	23,5	37,1	82,0	68,4	
$\dot{V}$					
$\dot{m}_d$					
$\Delta t$		13,5		-13,2	
$\Delta x$		0,0		0,0	
$\Delta h$		13,6		-13,6	
Q (kW)					
$\Delta \dot{m}_x$ (kg/h)					

Aktionen  
[Wärmerückgewinnung](#)  
 Eintrittspunkte 1 und 3; Rekuperative WRG mit Rückwärmzahl 0,5

#### 4.5. Die Toolbar

Die Toolbar enthält die wichtigsten Funktionen des Hauptmenüs. Sie können die Toolbar im Hauptmenü über **Fenster -> Toolbar** ein- und ausschalten.



## 5. Die Optionen

Unter dem Menüpunkt **Extras** finden Sie die **Optionen**. Hier finden Sie alle Einstellungsmöglichkeiten, um die Grundeinstellungen für die Funktionen des **menerga Psychrometric Charts** zu verändern und zu speichern. Nach Klick auf den Menüpunkt **Optionen** zeigt sich folgendes Bild:

### 5.1. Das Gebietschema



Im Feld **Darstellungsart** wählen Sie die Darstellungsform des h, x-Diagramms nach Mollier oder Carrier.

Im Feld **Darstellung des Massenstroms** haben Sie die Möglichkeit die Anzeige und Eingabe von Massenströmen im Programm.

In dem Feld **Einheiten** stellen Sie die Basiseinheiten ein, mit denen die Software arbeiten soll. Durch Druck auf die Taste **OK** oder **Übernehmen** werden die neuen Einstellungen gespeichert. Anschließend werden alle

Werte im Diagramm in die neuen Einheiten umgerechnet und dargestellt. Beachten Sie bitte, dass diese Einstellung für sämtliche Eingaben und Ausgaben im Programm gültig sind.

Über das Auswahlfenster **Schema** können Sie vordefinierte Darstellungsschemen aufrufen. Standardmäßig werden die Schemen SI- und IP-System angeboten. Sie können jedoch auch Ihre eigenen Einstellungen (Einheiten und Diagrammdarstellung) festlegen und dauerhaft als Schema abspeichern. Sie müssen dafür lediglich auf den Button **Speichern unter...** klicken und einen Namen für Ihr Schema vergeben. Selbstdefinierte Schemen lassen sich auch jederzeit über den Button **Löschen** wieder entfernen.

## 5.2. Der Arbeitsbereich

Durch Anklicken des Reiter **Arbeitsbereich** öffnet sich das folgende Fenster.



The screenshot shows the 'Optionen' dialog box with the 'Arbeitsbereich' tab selected. The dialog has three tabs: 'Linien, Texte und Felder', 'Mauscursor', and 'Internet'. The 'Arbeitsbereich' tab is active and contains the following settings:

- Bereiche dimensionieren**
  - Temperatur (°C): von: -20, bis: 40
  - Absoluter Wassergehalt (g/kg): von: 0, bis: 20
  - Luftdruck (hPa): 1013,25
  - Höhe über NN (m): 0
  - Luftdruck/Höhe als Standard
- Automatische Bildvergrößerung**
  - Umrandung (1 - 49 %): 15

At the bottom of the dialog are three buttons: 'OK', 'Abbrechen', and 'Übernehmen'.

Im Feld **Bereiche dimensionieren** wird der Standardarbeitsbereich durch Angabe der minimalen und maximalen Temperatur und der Grenzen für den Minimal- und Maximalwert des absoluten Wassergehaltes eingestellt. Der maximal gültige Arbeitsbereich erstreckt sich für die Temperatur von -50 °C bis 450 °C und für den absoluten Wassergehalt von 0 g/kg bis 500 g/kg.

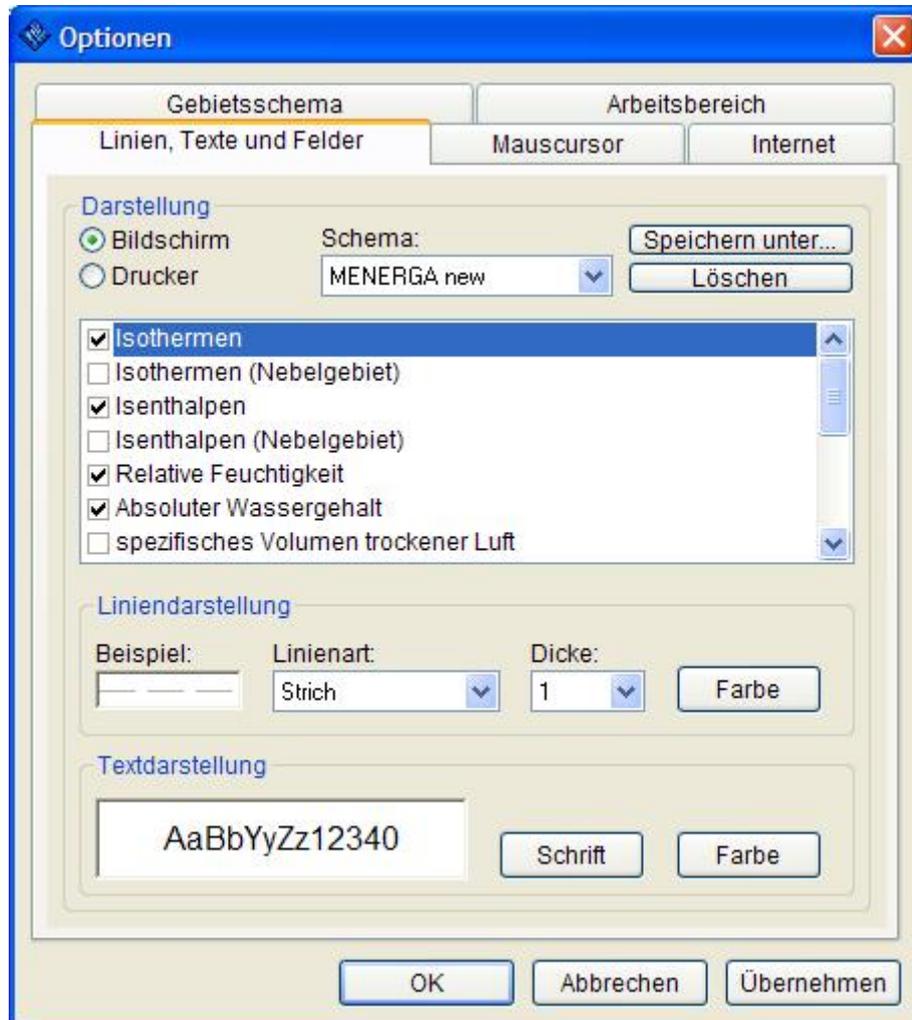
Über das Eingabefeld **Luftdruck** stellen Sie den Bezugsdruck für den Aufbau des Diagramms ein. Der Arbeitsbereich für den Luftdruck erstreckt sich von 100 hPa bis 16000 hPa. Alternativ kann die Höhe über NN eingegeben werden. Über die barometrische Höhengleichung wird die Höhe in den zugehörigen Luftdruck umgerechnet. Diese Einstellungen gelten für das aktuell angezeigte Arbeitsblatt.

Setzen Sie den Haken **Luftdruck/Höhe als Standard**, wenn das Programm grundsätzlich mit einem anderen Luftdruck starten soll.

Das Feld **Umrandung (1 - 49%)** im Bereich automatische Bildvergrößerung hat Auswirkung auf die Funktion **automatische Bildvergrößerung** in der Toolbar oder im Hauptmenü genutzt. Mit dieser Einstellung legen Sie die Größe des freien Randes um die dargestellten Punkte bei automatischer Vergrößerung fest.

### 5.3. Linien, Texte und Felder

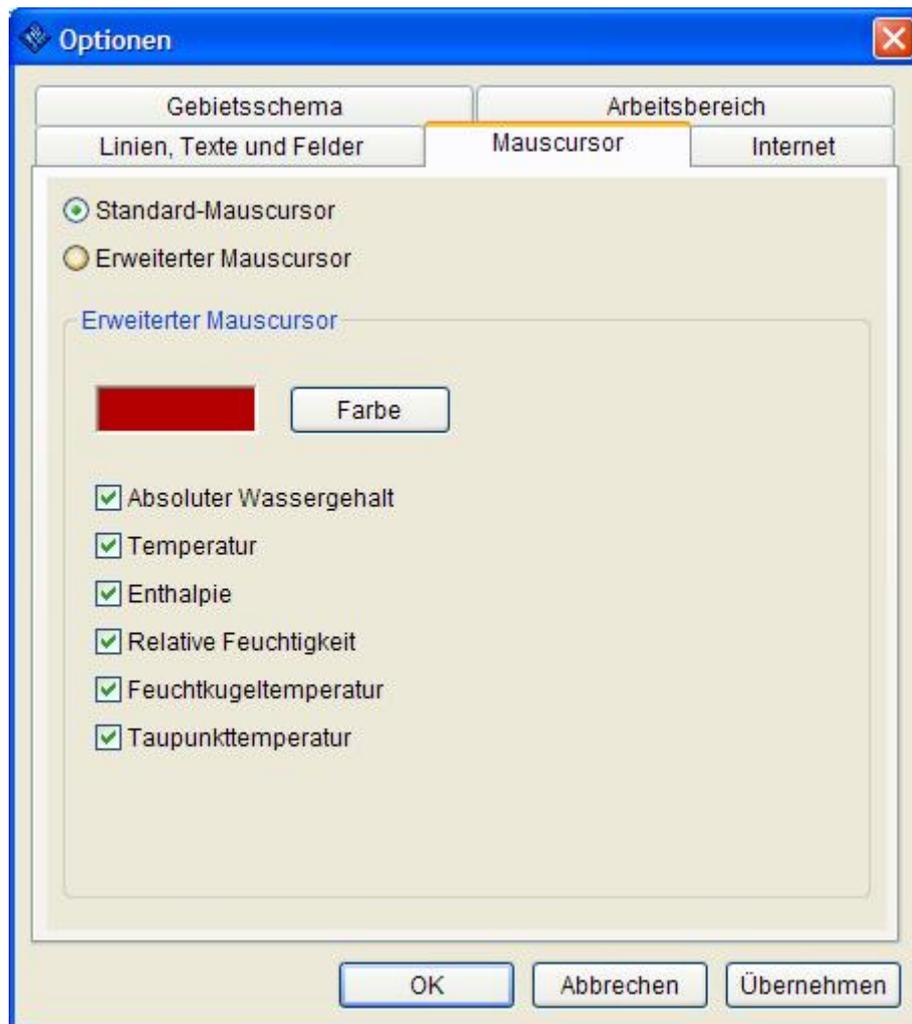
Wählen Sie den Reiter **Linien, Texte und Felder** an, wenn Sie die graphische Darstellung für den Bildschirm oder den Ausdruck verändern möchten.



Im Bereich **Darstellung** können Sie zunächst auswählen, ob Sie die Einstellungen für die Bildschirmanzeige oder den Ausdruck ändern möchten. Klicken Sie dazu entsprechend den Optionsbutton **Bildschirm** oder **Drucker** an. Wählen Sie anschließend in der darunter befindlichen Liste durch setzen eines Häkchens aus, welche Linien oder Felder in der Bildschirmdarstellung oder im Ausdruck angezeigt werden sollen. Wenn Sie ein Objekt in dieser Liste anwählen, so werden Ihnen zusätzlich unterhalb der Liste verschiedene Einstellungsmöglichkeiten zum grafischen Erscheinungsbild dieses Objekts angezeigt.

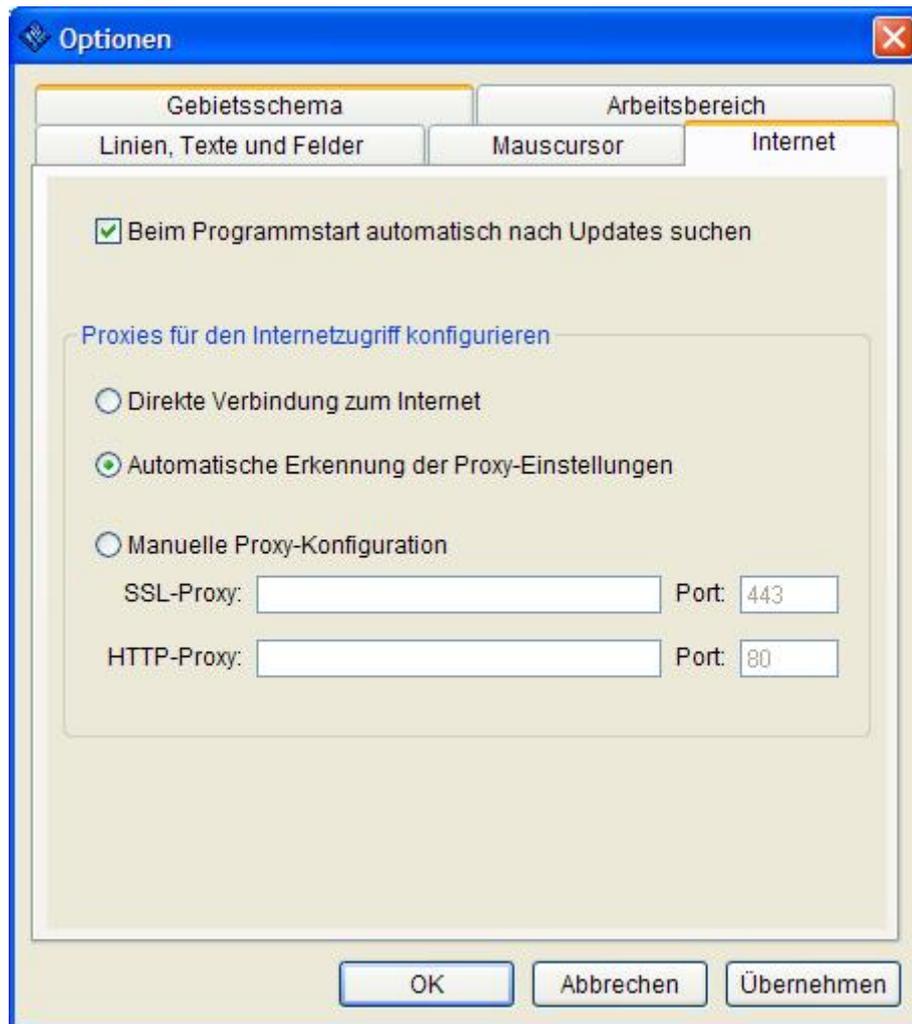
Im Auswahlfeld **Schema** haben Sie die Möglichkeit ein fest eingestelltes Schema anzuwählen oder ein eigenes Schema zu hinterlegen und wieder aufzurufen. Verfahren Sie hierzu, wie mit den Gebietsschemen (s. Kapitel 5.1)

## 5.4. Der Mauscursor



In dieser Einstellung kann die Darstellung des Mausursors im h,x-Diagramm verändert werden. Der Standard-Mauscursor ist ein kleines, schwarzes Kreuz. Für manche Anwendungen oder Abschätzungen ist es sinnvoll, einer Linie von der gesetzten Position zu folgen. Wählen Sie dann die Funktion **Erweiterter Mauscursor** aus. Anschließend wählen Sie aus, welche thermischen Linien von der Cursorposition aus angezeigt werden sollen.

## 5.5. Das Internet



Diese Funktion wird benötigt, wenn Sie die Software über den **Geometrico-Mietdienst** nutzen oder beim Programmstart über neuste Updates informiert werden wollen. Sie können hier verschiedenste Einstellungen vornehmen, um die Kommunikation des **menerga Psychrometric Chart** mit dem Internet, entsprechend Ihrer Netzwerkkonfiguration, sicherzustellen.

Weiterführende Informationen zum **Geometrico-Mietdienst** finden Sie auf unserer Homepage <http://www.hx-diagramm.de>

Aktivieren Sie die Funktion ***Beim Programmstart automatisch nach Updates suchen***, wenn Sie Ihr System auf dem aktuellsten Stand halten wollen. Wenn Sie auf diesen Service verzichten wollen oder keine Internetverbindung möglich ist, so können Sie diese Funktion deaktivieren und den Programmstart dadurch beschleunigen. Die Funktion ist in der Grundeinstellung aktiviert.

## 6. Arbeiten mit dem h,x-Diagramm

### 6.1. Setzen und Korrigieren von Punkten mit der Maus

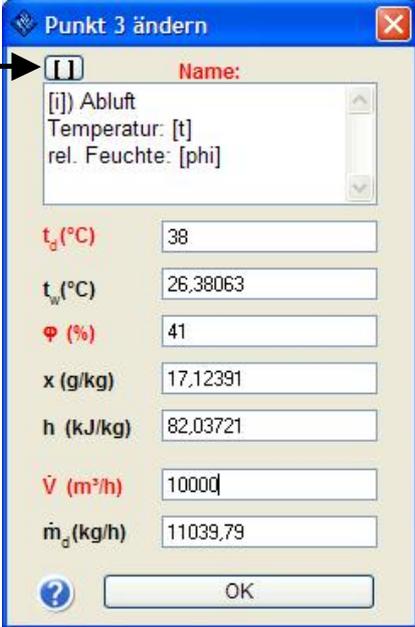
Mit der Maus kann ein Punkt durch Drücken der linken Maustaste im Diagramm gesetzt werden. Dabei können bis zu 30 Punkte eingegeben werden. Beim Setzen eines Punktes werden die Werte der Mausposition in die Tabelle im Fenster ***Tabelle und Aktionen*** übernommen. Beim Setzen mehrerer Punkte werden diese als ein Luftweg durch einheitliche Farbgebung gekennzeichnet und mit einem Pfeil der gleichen Farbe verbunden.

Die Differenzen zweier aufeinander folgender Punkte eines Luftweges werden sofort berechnet und in der Tabelle jeweils zwischen den Punkten dargestellt. Bitte beachten Sie, dass das Setzen von Punkten mit der Maus ungenau sein kann. Das Setzen der Punkte mit der Maus kann als schnelle Zeichenhilfe gesehen werden. Mit der Maus gesetzte Punkte können jedoch jederzeit durch ‚Ziehen und Loslassen‘ mit der linken Maustaste im Diagramm korrigiert werden.

### 6.2. Setzen und Editieren von Punkten über die Tastatur

Durch Klick mit der Maustaste auf eines der weißen Wertefelder eines Punktes im Fenster ***Tabelle und Aktionen*** öffnet sich die Maske zum Setzen eines Punktes. Mit dieser Funktion können sowohl neue Punkte eingegeben, als auch bereits eingetragene Punkte bearbeitet werden.

Das Eingabefenster bietet die folgenden Eingabemöglichkeiten:

Tag-Button → 

$t_g$ (°C)	38
$t_w$ (°C)	26,38063
$\phi$ (%)	41
x (g/kg)	17,12391
h (kJ/kg)	82,03721
$\dot{V}$ (m³/h)	10000
$\dot{m}_g$ (kg/h)	11039,79

Zur Darstellung und Berechnung eines Punktes ist die Eingabe von zwei Koordinaten notwendig. Die in der Anzeige rot dargestellt Werte, zeigen die zuletzt eingegebenen Koordinaten, die zur Berechnung des Punktes genutzt werden sollen. Sie können beliebige Zweierkombinationen aus folgenden Koordinaten bilden:

- Trockenkugeltemperatur  $t_d$
- Feuchtkugeltemperatur  $t_w$
- Relative Feuchte  $\varphi$  (Phi)
- Absoluter Wassergehalt  $x$
- Spezifische Enthalpie  $h$

Wenn Sie nur eine Koordinate eingetragen oder korrigiert haben, wählen Sie bitte eine zweite Koordinate für die Berechnung des Punktes aus. Diese Auswahl kann durch einfaches Anklicken des jeweiligen Eingabefeldes erfolgen.

Sie können einem Punkt zusätzlich entweder einen Volumenstrom  $\dot{V}$  oder Massenstrom  $\dot{m}_d$  bzw.  $\dot{m}_w$  zuordnen. Wenn Sie einen Volumenstrom eingeben, wird hieraus sofort der Massenstrom, und umgekehrt aus dem Massen- der Volumenstrom berechnet. Der Massenstrom wird in der Tabelle (siehe Kapitel 4.4) auf alle weiteren, mit diesem Punkt verbunden Punkte übertragen und konstant gehalten, sofern die Massendarstellung für trockene Luft  $\dot{m}_d$  eingestellt ist. Haben Sie die Darstellung des Massenstroms für feuchte Luft  $\dot{m}_w$  gewählt, verändert sich die Massenangabe von Punkt zu Punkt, entsprechend der Be- oder Entfeuchtung zwischen den einzelnen Punkten. Ebenfalls in der Tabelle sehen Sie sofort die Änderung des Volumensstromes in Abhängigkeit der Dichte für alle angrenzenden Punkte.

Im Eingabefeld **Name** können Sie dem Punkt eine Bezeichnung geben. Diese Bezeichnung kann mehrspaltig sein und so genannte Tags enthalten. Diese Tags werden im h,x-Diagramm automatisch durch entsprechenden Werten ersetzt. Folgende Tags können Sie verwenden:

- [i] Nummer des Punktes gemäß Tabelle
- [t] Trockenkugeltemperatur
- [tw] Feuchtkugeltemperatur
- [phi] Relative Feuchte
- [x] Absoluter Wassergehalt
- [h] Spezifische Enthalpie

- [v] Volumen
- [m] Masse

Sie können diese Tags direkt über die Tastatur eingeben oder über den Tag-Button oberhalb des Eingabefeldes für den Namen auswählen.

### 6.3. Berechnung von Differenzen zweier aufeinander folgender Punkte

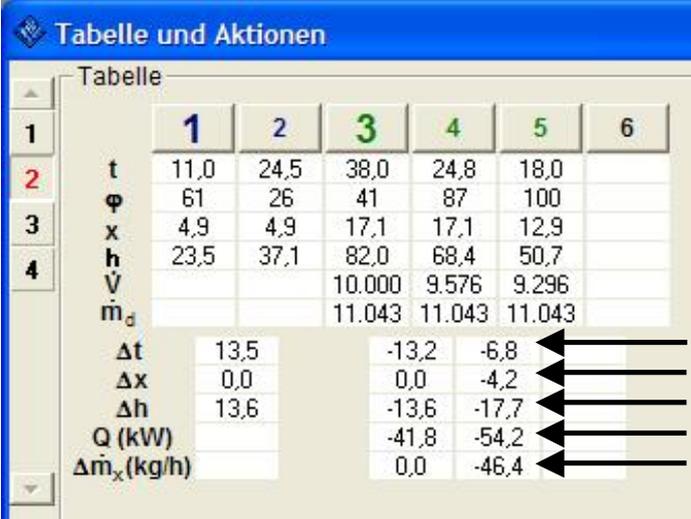


Tabelle		1	2	3	4	5	6
1	t	11,0	24,5	38,0	24,8	18,0	
2	φ	61	26	41	87	100	
3	x	4,9	4,9	17,1	17,1	12,9	
4	h	23,5	37,1	82,0	68,4	50,7	
	$\dot{V}$			10,000	9,576	9,296	
	$\dot{m}_d$			11,043	11,043	11,043	
	$\Delta t$	13,5		-13,2	-6,8		
	$\Delta x$	0,0		0,0	-4,2		
	$\Delta h$	13,6		-13,6	-17,7		
	Q (kW)			-41,8	-54,2		
	$\Delta \dot{m}_x$ (kg/h)			0,0	-46,4		

Temperatur Differenz  
 Differenz absoluter Wassergehalt  
 Differenz der spezifischen Enthalpie  
 Heiz- oder Kühlleistung  
 Be- oder Entfeuchtungsleistung

Das Bild zeigt die Anzeige der Differenzen zweier aufeinander folgender Punkte. Diese werden immer aktuell berechnet und angezeigt. Bei den Differenzen der Punkte 1 und 2 wird die Heiz- oder Kühlleistung und die Be- oder Entfeuchtungsleistung nicht angezeigt, da keiner der beiden Punkte mit einem Massenstrom versehen worden ist. Bei den Punkten 3 bis 5 wurde ein Massenstrom eingegeben und für alle drei Punkte konstant gehalten. Hier können die Heizleistung- oder Kühlleistung (negatives Vorzeichen) und die Be- oder Entfeuchtungsleistung (negatives Vorzeichen) abgelesen werden. Beachten Sie bitte, dass diese Differenzen immer nur für zwei aufeinander folgende Punkten gelten.

Um beispielsweise die Differenzen vom Punkt 3 zu Punkt 5 darzustellen wählen Sie aus der **Toolbar** das Symbol  oder über das Hauptmenü **Tabelle -> Differenzen selbst definieren...** an. Anschließend drücken Sie in der Tabelle die Punktbuttons der Punkte 3 und 5. Sie erhalten dann folgendes Bild:

**Tabelle und Aktionen**

Tabelle

	1	2	3	4	5	6
t	11,0	24,5	38,0	24,8	18,0	
$\phi$	61	26	41	87	100	
x	4,9	4,9	17,1	17,1	12,9	
h	23,5	37,1	82,0	68,4	50,7	
$\dot{V}$	8.958	9.384	10.000	9.576	9.296	
$\dot{m}_d$	11.040	11.040	11.040	11.040	11.040	
$\Delta t$	13,5			-13,2	-6,8	
$\Delta x$	0,0			0,0	-4,2	
$\Delta h$	13,6			-13,6	-17,7	
Q (kW)	41,8			-41,8	-54,2	
$\Delta \dot{m}_x$ (kg/h)	0,0			0,0	-46,4	

$\Delta t$  -20,0  
 $\Delta x$  -4,2  
 $\Delta h$  -31,3  
 Q (kW) -96,0  
 $\Delta \dot{m}_x$  (kg/h) -46,4

← Punktbutton  
 ← Temperaturdifferenz  
 ← Differenz absoluter Wassergehalt  
 ← Differenz der spezifischen Enthalpie  
 ← Heiz- oder Kühlleistung  
 ← Be- oder Entfeuchtungsleistung

In der Ansicht **Tabelle und Aktionen** wird ein zweiter Bereich für die Darstellung von Differenzen geöffnet. In diesem Bereich werden dann die absoluten Differenzen der ausgewählten Punkte angezeigt. In unserem Beispiel von Punkt 3 nach 5. Diese Funktion lässt auch die Bildung absoluter Differenzen über zwei Luftwege zu. Beachten Sie bitte, dass für diese Berechnung der Heiz-/Kühlleistung und Be-/ Entfeuchtungsleistung die Massenströme der ausgewählten Punkte gleichgroß und größer Null sein müssen. Ansonsten werden diese Werte nicht angezeigt.

Diese Funktion **Differenzen selbst definieren** kann erst genutzt werden, wenn mehr als zwei Punkte in der Tabelle vorhanden sind.

#### 6.4. Einen neuen Luftweg eröffnen

Um einen neuen Luftweg zu eröffnen, klicken Sie mit der Maus im Fenster **Tabelle und Aktionen** auf den **Punktbutton**, mit dem der neue Luftweg beginnen soll. Die Farbe und die Größe der Zahl des Punktbuttons ändert sich und die nachfolgenden Punkte werden dem neuen Luftweg zugeordnet.

Den gleichen Effekt erzielen Sie, wenn Sie im h, x – Diagramm mit der Maus auf den (roten) Punkt klicken, mit dem der neue Luftweg beginnen soll.

## 6.5. Einfügen eines Punktes

Klicken Sie auf den **Punkt einfügen** - Button in der Toolbar oder im Menü auf **Tabelle -> Punkt einfügen**. Drücken Sie dann im Tabellenfenster auf den Punktbutton oder im Diagramm auf den Punkt, vor dem ein weiterer Punkt eingefügt werden soll. Sie haben nun die Möglichkeit, den einzufügenden Punkt über die Tastatur einzugeben oder ihn direkt mit der Maus im Diagramm zu setzen.

  
oder:  
**Tabelle  
Punkt  
einfügen**

## 6.6. Vertauschen zweier Punkte

Klicken Sie auf den **Punkte vertauschen** - Button in der Toolbar oder im Menü auf **Tabelle -> Punkte vertauschen**. Drücken Sie dann im Tabellenfenster nacheinander auf die Punktbuttons der zwei Punkte, die Sie vertauschen möchten. Wahlweise können Sie diese zwei Punkte auch durch Anklicken im Diagramm vertauschen.

  
oder:  
**Tabelle  
Punkte  
vertauschen**

## 6.7. Kopieren eines Punktes

Sie können einen Punkt einfach durch ‚Ziehen und Loslassen‘ kopieren. Bewegen Sie dazu den Mauszeiger auf ein Wertefeld (s. Kapitel 4.4) des zu kopierenden Punktes, drücken Sie die linke Maustaste und halten Sie diese beim Verschieben der Maus gedrückt. Lassen Sie die Maustaste über den Wertefeldern eines anderen Punktes los, so werden alle Informationen des ersten Punktes auf diesen übertragen.

## 6.8. Arbeitsblätter vergleichen

Oft ist es notwendig zwei Prozesse miteinander zu vergleichen. Dazu haben Sie in der Menüleiste die Funktion **Arbeitsblätter vergleichen**. Mit dieser Funktion können Sie dem aktuellen Arbeitsblatt ein zweites Arbeitsblatt Ihrer Wahl zum Vergleich hinterlegen. Diese Funktion wird erst anwählbar, wenn mindestens zwei Arbeitsblätter geöffnet sind.

  
oder:  
**Diagramm  
Arbeitsblätter  
vergleichen**

Klicken Sie auf **Arbeitsblätter vergleichen** in der Toolbar oder im Menü auf **Diagramm -> Arbeitsblätter vergleichen**. Klicken Sie anschließend im Fenster Tabelle und Aktionen auf einen Arbeitsblattbutton in der Buttonleiste ‚Arbeitsblätter‘. Das angewählte Blatt wird dem aktuellen Arbeitsblatt hinterlegt und in der Buttonleiste Arbeitsblätter farblich gekennzeichnet. Dabei steht die Farbe Gelb für ein hinterlegtes Blatt mit gleichem Luftdruck wie das aktuelle Blatt, die Farbe Rosa für einen abweichenden Luftdruck.

Durch einen erneuten Aufruf der Funktion mit anschließendem Klicken auf ein in der Buttonleiste markiertes Arbeitsblatt, wird diese Funktion wieder deaktiviert.

### 6.9. Löschen eines einzelnen Punktes

Klicken Sie auf den **Punkt löschen**- Button in der Toolbar oder im Menü auf **Tabelle -> Punkt löschen**.

Drücken Sie dann im Tabellenfenster auf den Punktbutton des zu löschenden Punktes oder klicken Sie diesen Punkt im Diagramm an. Bestätigen Sie die Sicherheitsabfrage mit Ja.

  
oder:  
**Tabelle**  
**Punkt löschen**

### 6.10. Tabelle löschen

Klicken Sie auf den **Tabelle löschen**- Button in der Toolbar oder im Menü auf **Tabelle -> Tabelle löschen**.

Vor dem Löschen werden Sie gefragt, ob Ihre Arbeit gespeichert werden soll. Wenn ‚Ja‘, dann vergeben Sie einen Dateinamen ansonsten bestätigen Sie mit ‚Nein‘. Alle Werte in der Tabelle und im Projektfenster werden gelöscht.

  
oder:  
**Tabelle**  
**Tabelle**  
**löschen**

### 6.11. Neues Arbeitsblatt

Klicken Sie auf den **Neu** - Button in der Toolbar oder im Menü auf **Datei -> Neu**.

Sie erhalten ein weiteres Arbeitsblatt. Beachten Sie, dass Ihnen maximal fünfzehn Arbeitsblätter in einer Datei geöffnet werden können.



oder:  
**Datei**  
**Neu...**

### 6.12. Arbeitsblatt schließen

Klicken Sie auf den **Schließen** - Button in der Toolbar oder im Menü auf **Datei -> Schließen**.

Das aktuelle Arbeitsblatt wird geschlossen oder, sofern nur ein Blatt geöffnet ist, vollständig gelöscht.



oder:  
**Datei**  
**Schließen...**

### 6.13. Kopieren eines Punktes in ein anderes Arbeitsblatt

Sie können einen Punkt einfach durch ‚Ziehen und Loslassen‘ in ein anderes Arbeitsblatt kopieren, sofern Sie schon ein weiteres Arbeitsblatt eröffnet haben. Ist dies der Fall, so bewegen Sie den Mauszeiger im Fenster **Tabelle und Aktionen** auf ein Wertefeld des zu kopierenden Punktes, drücken die linke Maustaste und halten diese beim Verschieben der Maus gedrückt. Lassen Sie die Maustaste über einem Arbeitsblattbutton auf der linken Seite des **Tabelle und Aktionen**-Fensters los. Der Punkt wird in dieses Arbeitsblatt kopiert und an dessen Tabelle angehängt. Voraussetzung hierfür ist jedoch, dass in der Tabelle des gewählten Arbeitsblattes noch Platz für weitere Punkte vorhanden ist.

### 6.14. Kopieren eines Arbeitsblattes auf ein zweites Blatt

Sie können ein Arbeitsblatt einfach durch ‚Ziehen und Loslassen‘ in ein anderes Arbeitsblatt kopieren, sofern Sie schon ein weiteres Arbeitsblatt eröffnet haben. Ist dies der Fall, so bewegen Sie den Mauszeiger im Fenster **Tabelle und Aktionen** auf einen Arbeitsblatt-Button des zu kopierenden Blattes, drücken Sie die linke Maustaste und halten Sie diese beim Verschieben der Maus gedrückt. Lassen Sie die Maustaste über dem Arbeitsblatt-Button eines anderen Blattes los, so werden alle Informationen des ersten Blattes auf dieses übertragen.

### **6.15. Kopieren eines Diagramms oder einer Tabelle in die Zwischenablage**

Sie können ein aktuelles Diagramm oder eine aktuelle Tabelle über die Menüpunkte **Bearbeiten -> Diagramm kopieren / Tabelle kopieren** in die Zwischenablage kopieren, um sie anschließend in anderen Programmen, wie z.B. MS Word oder MS Excel, wieder einzufügen und weiterzubearbeiten.

### **6.16. Exportieren von Diagrammen und Tabellen**

Sie können ein Diagramme oder Tabellen über die Menüpunkte **Datei -> Exportieren** in Dateien zwischenspeichern, um sie anschließend in anderen Programmen wieder zu öffnen und weiterzubearbeiten. Dabei können Sie für die Diagramme zwischen zwei Dateitypen, EMF und SVG, wählen. Beide Formate sind Vektorformate, das heißt, sie sind ohne Qualitätsverlust skalierbar. SVG ist hierbei ein Format, welches schon heute in modernen Webbrowsern, wie z.B. Firefox, darstellbar ist und vom W3C als Standardgrafikformat für das Internet empfohlen wird. Für den Export der Tabellen steht das CSV-Format zur Verfügung, welches von jedem Tabellenkalkulationsprogramm gelesen werden kann.

## 7. Die Aktionen

Das *menerga Psychrometric Chart* bietet nicht nur die Möglichkeit Punkte schnell über die Maus oder die Tastatur zu setzen, sondern verfügt darüber hinaus auch über die Möglichkeit verschiedenste thermodynamische Prozesse, so genannte Aktionen, wie z.B. Kühl- oder rekuperative und regenerative Wärmeaustauschprozesse, darzustellen. Im Fenster **Tabelle und Aktionen** können dann bequem aus den gebildeten Differenzen der einzelnen Punkte z.B. die Leistungen des Wärmeaustauschers abgelesen werden.

Zur Berechnung und Darstellung einer Aktion erwartet die Software die Angabe der Lufteintrittskonditionen in den Prozess sowie entsprechende weiterführende Angaben zum Prozess selbst. Um mit den Aktionen Wärmerückgewinnung, Mischung und adiabatische Kühlung arbeiten zu können, müssen mindestens zwei Punkte gesetzt sein, die nicht miteinander verbunden sind.

### 7.1. Adiabatische Kühlung

Diese Funktion beschreibt einen adiabaten Kühlprozess in Kombination mit einem Plattenwärmetauscher, in den das Wasser direkt eingesprüht wird.

Klicken Sie auf den Button **adiabatisches Kühlen** in der Toolbar oder im Menü auf **Aktionen -> adiabatische Kühlung**. Anschließend klicken Sie auf die Punktbuttons der Punkte, die die Eintrittsbedingung für die Verdunstungskühlung bilden sollen. Die Punkte dürfen nicht in einem Luftweg liegen. Auch hier können Sie die Eintrittspunkte direkt durch Anklicken im Diagramm auswählen. Geben Sie in dem Fenster **Rückwärmzahl** den Temperaturwirkungsgrad für feuchte Luft an. Markieren Sie in dem darunterliegenden Bereich, welcher Luftweg der befeuchtete werden soll. Bestätigen Sie Ihre Eingabe durch **OK**. Die Berechnung erfolgt, der Prozessverlauf wird berechnet und anschließend dargestellt. Wenn Sie Volumen- oder Massenströme angegeben haben, erhalten Sie sofort die Kühlleistung und die zur Verdunstung notwendige Wassermenge in den Differenzen des Fensters **Tabelle und Aktionen**.



oder:

**Aktionen**  
**Adiabatische**  
**Kühlung**

## 7.2. Rekuperative und regenerative Wärmerückgewinnung

Klicken Sie auf den **Wärmerückgewinnung** Button in der Toolbar oder im Menü auf **Aktionen -> Wärmerückgewinnung**.

Klicken Sie anschließend auf die beiden Punktbuttons der Punkte, die die Eintrittskondition des Wärmeaustauschers darstellen sollen. Die Eintrittspunkte lassen sich ebenfalls durch Anklicken im Diagramm anwählen. Diese Punkte dürfen nicht im selben Luftweg liegen. Anschließend öffnet sich das Fenster zur Eingabe der Wärmerückgewinnungsdaten. Wählen Sie bitte zuerst über die Reiter **Rekuperativ** und **Regenerativ**, ob Sie einen rekuperativen oder einen regenerativen Wärmeaustausch berechnen möchten.

Wenn Sie den rekuperativen Wärmeaustausch ausgewählt haben, so brauchen Sie lediglich die Rückwärmzahl für den Prozess angeben.

Entscheiden Sie sich für die Berechnung eines regenerativen Wärmeaustausches, dann benötigt das Programm die Angaben der Rückwärm- und Rückfeuchtzahl. Optional können Sie noch eine maximale Rückfeuchtzahl angeben, um den zusätzlichen, befeuchtenden Effekt durch Kondensatbildung bei Taupunktunterschreitung eines Luftweges im Tauscher zu begrenzen.

Über die Auswahl ‚Werte bezogen auf:‘ legen Sie fest, für welchen Luftweg die Angaben Gültigkeit haben sollen.



oder:

**Aktionen**  
**Wärmerückgewinnung**

## 7.3. Luftströme mischen

Mit diesem Button können Sie zwei Luftwege mischen und den Mischpunkt berechnen.

Klicken Sie auf den **Mischen**- Button in der Toolbar oder im Menü auf **Aktionen -> Luftströme mischen**.

Klicken Sie anschließend auf die Punktbutton der beiden zu mischenden Punkte im Tabellenfenster. Die Punkte lassen sich ebenfalls durch Anklicken im Diagramm anwählen. Jetzt öffnet sich das Eingabefenster der Aktion **Mischen**. Mit der Skala können Sie bestimmen, wieviel Prozent des Volumenstroms von A nach B oder von B nach A gemischt werden sollen. Auch die Direkteingabe



oder:

**Aktionen**  
**Luftströme mischen**

im Feld **Luftübertrag** ist möglich. Alternativ können Sie auch eine Angabe über die Größe des Volumen- oder Massenstroms machen, der von Strom A auf Strom B übergehen soll.

#### **7.4. Heizen**

Die Software berechnet das Heizen als Prozess, bei dem die Luft kein Wasser aufnimmt. Somit liegt der berechnete Austrittspunkt der Aktion auf dem gleichen absoluten Wassergehalt wie dessen Eintrittspunkt.

Klicken Sie auf den **Heizen** - Button in der Toolbar oder im Menü auf **Aktionen -> Heizen**.

Wählen Sie anschließend den Eintrittspunkt für die Heizaktion, durch Anklicken des jeweiligen Punktbuttons im Fenster **Tabelle und Aktionen**. Nun öffnet sich das Fenster **Heizen**. Die Eingabemaske für die Aktion **Heizen** zeigt auf der linken Seite den ausgewählten Eintrittspunkt. Im rechten Teil des Fensters benötigt das Programm eine Angabe zur Berechnung des Austrittspunktes. Eine Leistungsangabe ist hier nur dann möglich, wenn der Eintrittspunkt in diese Aktion über einen Massenstrom verfügt.

Bestätigen Sie Ihre Eingabe mit **OK**.



oder:  
**Aktionen**  
**Heizen**

#### **7.5. Kühlen und Entfeuchten**

Klicken Sie auf den **Kühlen und Entfeuchten** - Button in der Toolbar oder im Menü auf **Aktionen -> Kühlen/Entfeuchten**. Wählen Sie anschließend den Eintrittspunkt für die Kühlaktion, durch Anklicken des jeweiligen Punktbuttons im Fenster **Tabelle und Aktionen**. Nun öffnet sich das Fenster **Kühlen und Entfeuchten**.

Kühlprozesse werden wie Heizprozesse gesteuert. Sie haben jedoch die Möglichkeit über Hilfsparameter den Austrittspunkt weiter zu beeinflussen. Entscheiden Sie zuerst, ob die Priorität auf dem Kühl- oder dem Entfeuchtungsprozess liegt. Steuern Sie dann im zweiten Schritt den Austrittspunkt entsprechend den Bedingungen, die Sie abbilden möchten.



oder:  
**Aktionen**  
**Kühlen/**  
**Entfeuchten**

#### **7.6. Befeuchten**

Klicken Sie auf den **Befeuchter** - Button in der Toolbar oder im Menü auf **Aktionen -> Befeuchten**. Wählen Sie anschließend den Eintrittspunkt für die Befeuchtung durch Mausklick auf dessen Punktbutton im Fenster **Tabelle und Aktionen**. Jetzt öffnet sich die Eingabemaske für die Aktion **Befeuchten**. Wählen Sie zunächst über die Reiter die Art der Befeuchtung. Sie haben die Möglichkeiten mit Wasser, Dampf oder Kaltdampf zu befeuchten.

Bei der Wahl von Wasser oder Kaltdampf können Sie direkt die Austrittskondition oder Befeuchtungsmenge eingeben und dann Ihre Eingabe bestätigen.

Bei der Auswahl **Dampf** geht das Programm zunächst von einer Befeuchtung mit Sattedampf aus. Über den Zusatzparameter **Dampftemperatur** kann eine Temperatur eingegeben werden, um die Prozessänderung mit überhitztem Dampf zu berechnen.

### 7.7. Feuchtkugelpunkt ermitteln

Klicken Sie auf den **Feuchtkugel** - Button in der Toolbar oder im Menü auf **Aktionen -> Feuchtkugelpunkt**.

Klicken Sie anschließend auf den Punktbutton des Punktes, zu dem der Feuchtkugelpunkt ermittelt werden soll.

### 7.8. Taupunkt ermitteln

Klicken Sie auf den **Taupunkt** - Button in der Toolbar oder im Menü auf **Aktionen -> Taupunkt**.

Klicken Sie anschließend auf den Punktbutton des Punktes, zu dem der Taupunkt ermittelt werden soll.

### 7.9. Aktionen löschen

Klicken Sie auf den **Aktionen löschen** - Button in der Toolbar oder im Menü auf **Aktionen -> Aktion löschen**.

Wählen Sie dann, durch Mausklick, im Fenster **Tabelle und Aktionen** die Aktion aus, die Sie löschen möchten. Bestätigen Sie die Sicherheitsabfrage mit **Ja**.

### 7.10. Aktionen verketteten



oder:

**Aktionen  
Befeuchten**



oder:

**Aktionen  
Feuchtkugel-  
punkt**



oder:

**Aktionen  
Taupunkt**



oder:

**Aktionen  
Aktion  
löschen**

Sie haben grundsätzlich die Möglichkeit sämtliche Aktionen eines Diagramms zu verketteten. Verketteten bedeutet, dass die berechneten Austrittspunkte der Aktionen gleichzeitig die Eintrittspunkte der nächsten Aktionen darstellen. So können Sie z.B. auf das Ergebnis einer Wärmerückgewinnung sofort eine Nacherwärmung folgen lassen. Dies hat bei Änderung des Wärmetauscherprozesses automatisch Auswirkungen auf den nachgeschalteten Heizprozess, da das Ergebnis des WRG-Prozesses die Eintrittsbedingung des Heizprozesses darstellt. Um zwei Aktionen mit einander zu verketteten, müssen Sie beim Aufbau der zweiten Aktion lediglich den Austrittspunkt der ersten Aktion im Fenster **Tabelle und Aktionen** als Eintrittspunkt der zweiten Aktion anwählen. Soll die zweite Aktion der ersten vorausgehen, dann wählen Sie den Eintrittspunkt der ersten Aktion als Eintrittspunkt in die zweite Aktion an. Die zweite Aktion wird dann vor der ersten Aktion eingefügt.

## 8. Darstellung im Diagramm

### 8.1. Manuelles Verschieben von Texten im Diagramm

Es kann vorkommen, dass lange Beschriftungen von Punkten andere Punkte oder Linien überdecken oder die Beschriftung nicht mehr vollständig im jeweiligen Bildausschnitt des Diagramms zu sehen ist. In diesen Fällen verschieben Sie den jeweiligen Text einfach durch ‚Ziehen und Loslassen‘ mit der linken Maustaste an eine andere Position im Diagramm. Diese Veränderung wird genauso auch im Ausdruck des Diagramms wiedergegeben. Das manuelle Verschieben ist nur möglich, wenn die Funktion **Beschriftung ausrichten** deaktiviert ist (siehe Kapitel 8.2.).

### 8.2. Automatisches Ausrichten von Beschriftungen im Diagramm

Beschriftungen von Punkten können automatisch so ausgerichtet werden, dass sie nach Möglichkeit keine Linien und Punkte überdecken. Klicken Sie dazu im Menü auf **Diagramm -> Beschriftung ausrichten**.

Die Funktion ist aktiv, wenn Sie neben dem Menüpunkt ein kleines Häkchen gesetzt sehen. Ein manuelles Verschieben der Beschriftungen ist dann nicht möglich.

**Diagramm**  
**Beschriftung**  
**ausrichten**

### 8.3. Vergrößern eines Bildausschnittes

Klicken Sie auf den **Bild vergrößern** - Button in der Toolbar oder im Menü auf **Diagramm -> Bild vergrößern**. Klicken Sie zwei Eckpunkte im Diagramm an, die den gewünschten Bildausschnitt einrahmen. Das Bild wird für den gewählten Ausschnitt berechnet und dargestellt.

  
oder:  
**Diagramm**  
**Bild**  
**vergrößern**

### 8.4. Automatisches Vergrößern eines Bildausschnittes

Klicken Sie auf den automatischen Vergrößerungsbutton in der Toolbar oder im Menü auf **Diagramm -> automatische Bildvergrößerung**.

Das Programm erfasst den Bildausschnitt aller eingetragener Punkte und skaliert den Ausschnitt. Den Randbereich stellen Sie über den Parameter **Umrandung**

  
oder:  
**Diagramm**  
**automatische**  
**Bildver-**  
**größerung**

im Menü **Extras ->Optionen -> Arbeitsbereich** ein.

### 8.5. Verkleinern eines Bildausschnittes

Klicken Sie auf den Verkleinerungsbutton in der Toolbar oder im Menü auf **Diagramm -> Vollbild**. Das Diagramm wird wieder in Originalgröße dargestellt.



oder:  
**Diagramm  
Vollbild**

### 8.6. Behaglichkeitsfelder

Mit dieser Funktion können Behaglichkeitsfelder nach DIN oder Ashrae dargestellt werden. Klicken Sie im Menü auf **Diagramm -> Behaglichkeitsfeld**. Wählen Sie, das für Sie geeignete Behaglichkeitsfeld aus. Um das Behaglichkeitsfeld zu deaktivieren, wählen Sie: **Diagramm -> Behaglichkeitsfeld** und dann das von Ihnen ausgewählte Feld.

**Diagramm  
Behaglich-  
keitsfeld**

### 8.7. Anzeige von Klimafeldern verschiedener Länder

Wählen Sie: **Diagramm -> Klimafelder -> [Land]** und aus der Liste die Stadt Ihrer Wahl. Die Funktion wird deaktiviert, wenn Sie die gleiche Stadt noch einmal anklicken.

**Diagramm  
Klimafelder  
[Land]**

### 8.8. Anzeige von eigenen Klimafeldern

Wählen Sie: **Diagramm -> Klimafelder -> eigene Felder** und aus der Liste ein Feld Ihrer Wahl. Die Funktion wird deaktiviert, wenn Sie das gleiche Feld noch einmal anklicken.

**Diagramm  
Klimafelder  
Eigene Felder**

Sie können eigene Klimafelder erstellen oder ein aktives, eigenes Klimafeld verändern. Lesen Sie hierzu weiter unter Kapitel 8.11.

### 8.9. Anzeige von gewichteten Klimafeldern

Gewichtete Klimafelder stellen kumulierte Aufzeichnungen von Klimasituationen einer Region bezogen auf einen bestimmten Zeitraum dar. So kann man z.B. aus solch einem Klimafeld ablesen, welche Feuchte und Temperatur wie häufig in einem Jahr vorkommen.

**Diagramm  
Gewichtete  
Klimafelder**

Standardmäßig steht zunächst nur ein Klimafeld als Beispiel zur Verfügung. Weitere Klimadaten können unter der Adresse <http://www.hx-diagramm.de> käuflich erworben werden.

Gewichtete Klimafelder werden im Hauptmenü unter **Diagramm -> Gewichtete Klimafelder -> [Land] -> [Stadt]** aufgerufen. Haben Sie ein Feld ausgewählt, so wird dieses durch ein Häkchen im Menü markiert. Um das Auffinden eines aktivierten Feldes in den Untermenüs zu erleichtern, ist der Weg durch die Untermenüs mit schwarzen Pfeilen gekennzeichnet. Ein Klimafeld wird wieder deaktiviert, wenn Sie das gleiche Feld noch einmal anklicken.

Beachten Sie, dass bei Auswahl eines Klimafeldes sich der Luftdruck verändern kann. Die gewichteten Klimafelder sind strikt an einen bestimmten Luftdruck gebunden.

### **8.10. Weitere gewichtete Klimafelder hinzufügen**

Sie können die Auswahl von gewichteten Klimafeldern erweitern, indem Sie weitere, für Sie relevante Klimafelder unter der Adresse <http://www.hx-diagramm.de> käuflich erwerben und dem Programm hinzufügen. Die Klimafelder sind aus den historischen Klimadaten verschiedener meteorologischer Dienste und Normungsinstituten (z.B. DIN) aufgebaut und in einer Datenbankdatei gespeichert. Nachdem Sie eine solche Datei erworben haben, speichern Sie diese einfach unter dem Installationsverzeichnis des **menerga Psychrometric Chart** im Unterverzeichnis **Climate** und starten Sie anschließend das Programm neu. Die neuen Klimafelder werden automatisch in das Hauptmenü aufgenommen und können dann, wie im Kapitel 8.9. beschreiben, aufgerufen werden.

### **8.11. Klimafelder selbst anlegen**

Mit dieser Funktion können Sie eigene Klimafelder oder Arbeitsbereiche hinterlegen. Stellen Sie dazu zunächst sicher, dass kein selbstdefiniertes Feld unter **Diagramm -> Klimafelder -> Eigene Felder** angewählt ist. Starten Sie anschließend die Eingabe über die Funktion: **Diagramm -> Klimafelder -> Klimafelder erstellen/bearbeiten**. Jetzt öffnet sich das Fenster für die Erfassung des eigenen Klimafeldes.



Führen Sie folgende Schritte zum Anlegen eines Klimafeldes durch:

1. Beginnen Sie Ihre Eingaben mit der Festlegung des Namens Ihres Klimafeldes in der Menüleiste. Nach erfolgreichem Anlegen eines Klimafeldes können Sie dieses Feld später im Hauptmenü des Programms unter **Diagramm -> Klimafelder -> Eigene Felder** unter diesem Namen wieder finden.
2. Anschließend können Sie im Feld **Bezeichnung des Klimafeldes** einen ausführlicheren Beschreibungstext hinterlegen, der später im Diagramm angezeigt wird.
3. Im Feld **Gültigkeitsbereich** legen Sie die untere und die obere Grenze für den Luftdruck fest. Wenn Sie diesen Wert auf Null belassen, so ist das Feld für sämtliche Drücke zulässig. Sind Grenzen hinterlegt, wird das Feld nur dann angezeigt, wenn der Luftdruck des Arbeitblattes innerhalb dieser Grenzen liegt. Setzen Sie anschließend die Werte für den minimalen und den maximalen absoluten Wassergehalt. Auch hier gilt: Wenn beide Werte Null sind, wird das Klimafeld nicht begrenzt.

4. Definieren Sie die Umrandungspunkte des Klimafeldes, welche das Klimafeld umhüllen. Ähnlich wie beim Setzen eines Punktes im Diagramm kann hier ein Eckpunkt durch zwei beliebige Koordinaten definiert werden, wie z.B. Temperatur und rel. Feuchte. Tragen Sie dazu die Werte der Koordinaten in die zwei Eingabefelder unterhalb des Feldes Gültigkeitsbereich ein und wählen Sie in den Dropdown-Listen neben den Eingabefeldern die Art der jeweiligen Koordinate aus. Drücken Sie anschließend den Button **Einfügen**. Der Datensatz des Punktes wird in die Datensatzliste unter den Eingabefeldern aufgenommen. Fahren Sie mit der Eingabe der weiteren Eckpunkte fort. Zur Korrektur einer Eingabe, wählen Sie den entsprechenden Datensatz aus der Liste aus und korrigieren Sie die Werte in den Eingabefeldern. Klicken Sie anschließend auf den Button **Ändern**. Der Datensatz wird in der Liste korrigiert. Sie können einen Datensatz auch wieder löschen, indem Sie zuerst den Datensatz in der Liste markieren und anschließend auf die Taste **Löschen** drücken. Zum Verschieben der Position eines Datensatzes innerhalb der Datensatzliste können Sie die Pfeiltasten rechts von der Liste benutzen.
5. Beenden Sie die Eingabe des Klimafeldes durch Druck auf die Taste **OK**. Das neue Klimafeld wird in das Hauptmenü aufgenommen und im Diagramm angezeigt.

### **8.12. Ein selbstdefiniertes Klimafeld verändern**

Wenn Sie ein bereits existierendes Klimafeld verändern möchten, so müssen Sie dieses Feld im Hauptmenü unter **Diagramm -> Klimafelder -> Eigene Felder** zunächst anwählen und anschließend die Funktion **Diagramm -> Klimafelder -> Klimafelder erstellen/bearbeiten** aufrufen. Verfahren Sie dann genauso, wie im Kapitel 8.11. beschrieben.

### **8.13. Das Teilerkreuz**

Das Teilerkreuz ist ein spezieller Mauscursor, mit dessen Hilfe Sie die Stunden eines gewichteten Klimafeldes im h,x- Diagramm über einzelne Quadranten aufsummieren und ablesen können. Sie können so beispielsweise sehr schnell Heiz- oder Kühlgradtage erfassen. Das Teilerkreuz kann nur in Verbindung mit einem gewichteten Klimafeld aktiviert werden. Stellen Sie also zunächst sicher, dass ein gewichtetes Klimafeld, wie im Kapitel 8.9. beschreiben, angezeigt wird.

Klicken Sie im Menü auf **Diagramm -> Gewichtete Klimafelder -> Teilerkreuz**. Bewegen Sie anschließend den Mauscursor auf das h,x-Diagramm in das gewichtete Klimafeld, und Sie erhalten an der senkrechten Linie des Teilerkreuzes die Anzahl der Stunden mit einem kleineren und einem größeren absoluten Wassergehalt bezogen auf die senkrechte Teilerkoordinate. An der waagerechten Linie erhalten Sie die Anzahl der Stunden mit einer kleineren und einer größeren Temperatur als die der waagerechten Koordinate. Sollten Sie die Darstellung des Diagramms nach Carrier angewählt haben ist diese Anordnung entsprechend vertauscht. Im Kreuz des Teilers werden die Stunden innerhalb der vier Quadranten des Kreuzes summiert. Das Teilerkreuz wird durch nochmaliges Anklicken im Hauptmenü deaktiviert. Solange das Teilerkreuz aktiv ist, können Sie keine Eingaben über die Maus im Diagramm tätigen.

**Diagramm  
Gewichtete  
Klimafelder  
Teilerkreuz**

## 9. Zusatzmodule

Das *menerga Psychrometric Chart* kann um verschiedenen Zusatzmodule erweitert werden. Informieren Sie sich unter der Internetadresse <http://www.hx-diagramm.de>, welche zusätzlichen Module Ihnen zur Zeit zur Auswahl stehen. Das Zusatzmodule zur **Berechnung der Luftmenge zur Entfeuchtung von Hallenbädern** steht Ihnen schon in der Grundausstattung unseres Programms zur Verfügung.

### 9.1. Berechnung der Luftmenge zur Entfeuchtung von Hallenbädern

Das Zusatzmodul Hallenbadauslegung gehört zur Basisversion des *menerga Psychrometric Chart 4.0* und entspricht dem Modul im *MENERGA h,x- Diagramm 3.0*. Neu ist, dass nun Verdunstungsmengen über mehrere, unabhängige Räume ermittelt werden können. Klicken Sie auf den Button für die Hallenbadauslegung in der Toolbar oder im Menü **Extras -> Hallenbad**.



oder:  
**Extras  
Hallenbad-  
Auslegung**

Wasserverdunstungsmenge und Entfeuchtungsluftstrom n. VDI 2089:1994

1013,25 Luftdruck (hPa)    0 Höhe über NN (m)

Räume				
Raumbezeichnung	Raumvolumen [m³]	Wassergehalt der Zuluft [g/kg]	Raumtemperatur [°C]	rel. Feuchte der Raumluft [%]
▶ Schwimmhalle	1000	9	32	55
Kindermiesche	110	9	34	50
*				

Wassergehalt der Zuluft 9 g/kg nach VDI 2089:1994

Becken				
Beckenbezeichnung	Beckenwasseroberfläche [m²]	Wassertemperatur [°C]	Dampfdruck [hPa]	Verdunstungsbeiwert
▶ Schwimmerbecken	250	30	42,4	20
*				

Wasserattraktionen	
Wasserattraktion	Verdunstungsmenge [kg/h]
▶ 5 Massagedüsen	15
Breitmaulspeier	6
*	

Kommentar

**B I U ABC** [Liste] [Liste] [Liste] [Farbe] [Dropdown] [Dropdown]

<b>Einzelergbnis</b>	<b>Gesamtergebnis</b>	<b>Aktualisieren...</b>
102,3 Entfeuchtungsleistung [kg/h]	114,0 Entfeuchtungsleistung [kg/h]	<b>Drucken...</b>
12,164 Luftleistung [m³/h]	13,515 Luftleistung [m³/h]	<b>Schließen</b>
12,2 Luftwechsel		

Die Programmroutine zur Berechnung der Entfeuchtungsleistung eines Hallenbades und der dazu notwendigen Luftleistung bietet die Möglichkeit, einem Luftraum mehrerer Schwimmbecken oder offene Wasserflächen zuzuordnen. Zusätzlich können pro Luftraum mehrere Becken angelegt werden.

Zur Durchführung einer solchen Berechnung gehen Sie wie folgt vor:

1. Zur Berechnung geben Sie zuerst im Feld **Luftdruck** den für die Auslegung geltenden Luftdruck ein. Alternativ können Sie auch die Höhe über Normal Null angeben. Im Feld **Räume** erfassen Sie die für die Auslegung wichtigen Daten eines jeden Luftraumes. Jeder Raum kann individuell bezeichnet werden. Geben Sie zusätzlich das Raumvolumen in m<sup>3</sup> ein. Anschließend erwartet das Programm die Eingabe des absoluten Wassergehaltes der Zuluft, gefolgt von der Eingabe der Raumkondition in der Halle. Klicken Sie für die Eingabe dazu bitte auf das weiße Feld **Raumtemperatur** und anschließend auf das kleine Dreieck rechts in diesem Feld. In der sich öffnenden Maske können Sie, wie bei der Funktion **Punkt setzen** im Fenster **Tabelle und Aktionen**, die Raumluftkondition eingeben (s. Kapitel 6.2.).
2. Jetzt werden die Daten eines oder mehrerer Becken in einem Luftraum erfasst. Im Feld **Beckenbezeichnung** hinterlegen Sie den Namen oder die Zuordnung des jeweiligen Beckens. Anschließend geben Sie die Oberfläche des Beckens und die Wassertemperatur ein. Die Software berechnet sofort den Dampfdruck zu der Wassertemperatur. Zur Erfassung des Verdunstungsbeiwertes nach VDI 2089 stellen Sie den Mauscursor in das Feld **Verdunstungsbeiwert**. Öffnen Sie das Auswahlfeld durch Klicken auf den Pfeil rechts im Feld und wählen Sie einen Wert aus der Liste, oder tragen Sie direkt einen Wert nach eigenen Erfahrungen ein.
3. Erfassen Sie die Wasserattraktionen für jeden Luftraum mit der zugehörigen Verdunstungsmenge.
4. Nach der vollständigen Eingabe Ihrer Werte drücken Sie den Knopf **Aktualisieren**. Die Software ermittelt dann für den aktuellen Raum die Entfeuchtungsleistung, die zur Entfeuchtung erforderliche Luftmenge und den Luftwechsel gemäß VDI 2089:1994. Dabei wird das Ergebnis für den gerade aktiven Raum im Feld **Einzelergebnis** angezeigt. Im Feld **Gesamtergebnis** wird die Zusammenfassung aller Räume dargestellt.

Sie haben die Möglichkeit jederzeit Ihre Eingaben zu ändern. Wählen Sie dazu mit der Maus das entsprechende Feld an und ändern Sie den Wert. Wichtig dabei ist, dass nach jeder Änderung die Berechnung nochmals durch Druck auf den Knopf **Aktualisieren** angestoßen wird. Wenn Sie eine komplette Zeile aus einem der drei Listen löschen möchten, müssen Sie die komplette Zeile durch Anklicken des grauen Feldes links neben der jeweiligen Zeile markieren. Sie können die Zeile dann durch Drücken der Taste **Entf** oder **Del** auf Ihrer Tastatur löschen.

Im Feld **Kommentar** haben Sie Platz für abschließende Notizen und Bemerkungen. Diese werden auch im Ausdruck angezeigt.

Sämtliche Eingaben in diesem Zusatzmodul können gemeinsam mit eventuell vorhandenen h,x-Diagrammen in einer Datei abgespeichert werden (siehe Kapitel 10.4. *Speichern von Projekten*).

## 10. Bearbeiten von Projekten

### 10.1. Öffnen von Projekten

Klicken Sie auf den **Öffnen**- Button in der Toolbar oder im Menü auf **Datei -> Öffnen**.

Mit dieser Option können Sie bereits gespeicherte Projekte öffnen. Die Software unterstützt zusätzlich die Formate des MENERGA h,x-Diagramms 2.0 und 3.0.



oder:  
**Datei**  
**Öffnen...**

### 10.2. Projekte verknüpfen

Mit diesem Programm lassen sich 15 Arbeitsblätter in einer Datei speichern. Über die Funktion ‚**Projekte verknüpfen**‘ lassen sich kleinere Dateien zu einem Projekt zusammenfassen. Laden Sie zunächst ein Projekt Ihrer Wahl oder erstellen Sie es neu. Klicken Sie nun im Menü auf **Datei -> Verknüpfen** und wählen Sie ein zweites, bereits gespeichertes Projekt. Die Projekte werden aneinander gehängt. Auch hierbei stehen nur 15 Arbeitsblätter zur Verfügung. Speichern Sie anschließend das neue Projekt wie gewohnt ab.

**Datei**  
**Verknüpfen...**

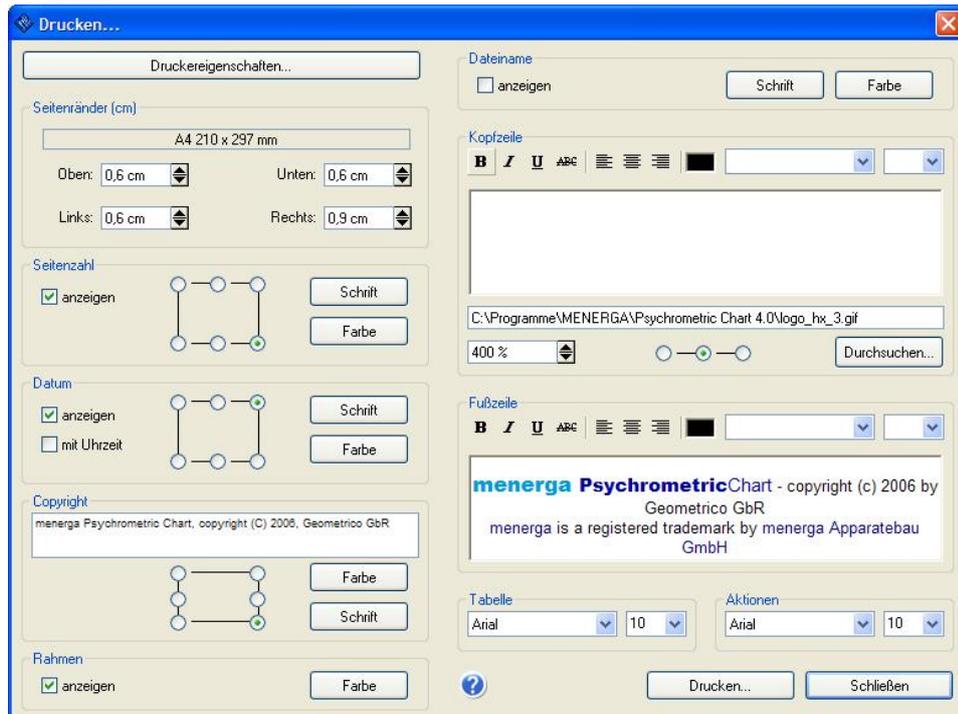
### 10.3. Drucken

Klicken Sie auf den ‚**Drucken**‘- Button in der Toolbar oder im Menü auf **Datei -> Drucken**.

In dem nun erscheinenden Druckfenster können sie alle notwendigen Einstellungen und Formatierungen vornehmen, um einen Ausdruck vorzubereiten. So können Sie z.B. einen Drucker auswählen oder die Seitenränder definieren.



oder  
**Datei**  
**Drucken...**



Das Bild zeigt die Steuermaske für den Ausdruck. Drücken Sie den Knopf **Druckereigenschaften** um den gewünschten Drucker und die Papiergröße auszuwählen. Stellen Sie im Feld **Seitenränder** die Randabstände ein. Unter dem Feld **Seitenzahl** steuern Sie ob und an welcher Stelle des Papiers die Seitenzahlen gedruckt werden sollen. Diese Art der Steuerung gilt auch für die Position des Datum und des Copyrights. Wählen Sie im Feld **Rahmen anzeigen**, ob und in welcher Farbe ein Druckrahmen mit ausgegeben werden soll. Tragen Sie im Feld **Copyright** ein, ob ein Recht für diese Darstellung besteht. Wenn kein Text erwünscht ist, dann löschen Sie den Inhalt. Unter dem Feld **Dateiname** können Sie im Ausdruck den Namen Ihrer Datei und den Speicherort mit andrucken. Im Feld **Kopfzeile** oder **Fußzeile** hinterlegen Sie Ihren Text für die Kopfzeile oder Fußzeile und formatieren diesen nach Ihren Vorstellungen. Nachdem Ihre Einstellungen abgeschlossen sind, klicken Sie auf **Drucken**. Sie können jetzt noch einmal den Ausdruck in einer Druckvorschau überprüfen, bevor Sie den Druckauftrag endgültig an den Drucker übergeben.

## 10.4. Speichern von Projekten

Klicken Sie auf den **Speichern** - Button in der Toolbar oder im Menü auf **Datei -> Speichern unter**.

Sie können ein Projekt unter einem, von Ihnen zu vergebenden Namen speichern. Die Endung der Dateien sollte immer \*.hxp sein.

Über das Feld **Dateityp** können Sie Ihr Projekt auch unter älteren Speicherformaten des MENERGA h,x- Diagramms 2.0 und 3.0 abspeichern. Bedenken Sie dabei, dass eventuell Einstellungen und Funktionen, die in diesen älteren Programmen nicht vorhanden waren, nicht gespeichert werden können.

Zum schnellen Sichern einer Datei wählen Sie im Menü **Datei -> Speichern**. Die Datei wird dann unter ihrem aktuellen Namen gesichert.



oder:

**Datei**

**Speichern**

oder:

**Datei**

**Speichern**

**unter...**

### 10.5. Ein neues Projekt beginnen

Über den Menüpunkt **Datei -> Neues Projekt** können Sie sämtliche Arbeitsblätter löschen, um ein neues Projekt zu beginnen.



**Datei**

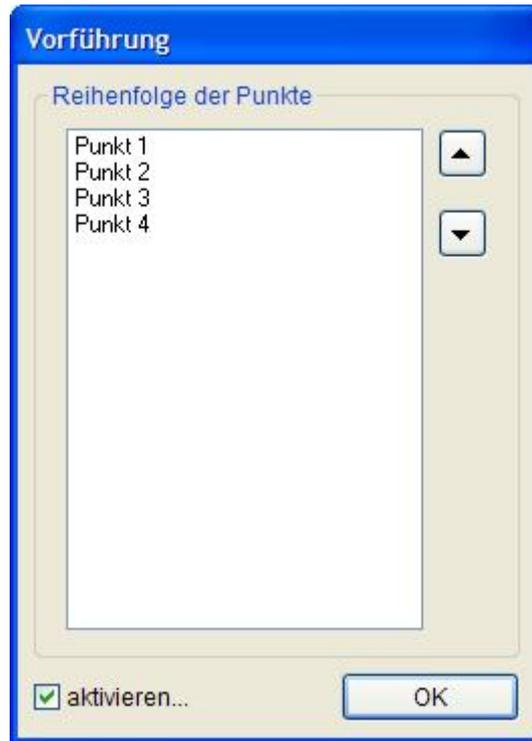
**Neues**

**Projekt**

### 10.6. Vorführung

Mit diesem Programm können Sie ein Projekt vollständig bearbeiten und abspeichern. Bei einer anschließenden Präsentation haben Sie die Möglichkeit, entsprechend Ihrem Vortrag, ein h, x - Diagramm Schritt für Schritt nach Ihrer individuellen Reihenfolge aufzubauen. Gehen Sie dazu wie folgt vor:

1. Erstellen Sie ein Projekt mit einem oder mehreren vollständigen Diagrammen entsprechend Ihren Vorgaben.
2. Wählen Sie das Diagramm, das Sie für die Präsentation verwenden möchten, an.
3. Wählen Sie im Menü **Datei -> Vorführung** an. In dem sich nun öffnenden Fenster sehen Sie die Punkte des aktuellen Diagramms.



4. Wählen Sie den ersten Punkt durch Klick mit der Maus aus. Über die Pfeiltasten auf der rechten Seite verschieben Sie den Punkt in der Reihenfolge nach oben oder unten. Beachten Sie bitte, dass dabei die Position des ersten Punktes nicht verändert werden kann. Die Reihenfolge der Punkte von oben nach unten entspricht der Reihenfolge, mit der die Punkte aus der Datei später ausgelesen werden sollen.
5. Klicken Sie das **aktivieren...** - Feld an. Dies ist wichtig, um dem Programm mitzuteilen, dass das Diagramm im Vorführmodus abgespeichert werden soll.
6. Schließen Sie das Fenster mit **OK**. Im Hauptmenü **Datei** ist der Menüpunkt **Vorführung** nun mit einem Häkchen gekennzeichnet.
7. Speichern Sie das Projekt ab.

Zur Vorführung starten Sie das **menerga Psychrometric Chart** und laden Sie die entsprechende Datei. Alle Diagramme der Datei mit Ausnahme des Vorführungsdiagramms werden geladen. Der erste Punkt der Vorführung erscheint nun auf dem Bildschirm. Durch Mausklick auf das h,x-Diagramm im Fenster **h,x-Diagramm** lesen Sie nun Punkt für Punkt aus der Datei.

Das Diagramm ist durch das automatisch aktivierte **Lock**-Feld rechts unten im **Diagramm** Fenster vor dem unerwünschten Eintragen von Punkten durch die Maus geschützt.

## 11. Fenstereinstellungen

### 11.1. Toolbar einschalten

Klicken Sie im Menü auf **Fenster -> Toolbar -> Anzeigen...**  
Die Toolbar erscheint.

**Fenster  
Toolbar  
Anzeigen...**

### 11.2. Toolbar ausschalten

Klicken Sie auf den **Fenster** - Button in der Toolbar oder im Menü auf **Fenster** und dann auf **Toolbar -> Anzeigen...**  
Die Toolbar verschwindet. Sollte die Menüleiste nicht eingeschaltet sein, so wird sie jetzt automatisch aktiv.

  
**Toolbar**  
oder:  
**Fenster  
Toolbar  
Anzeigen...**

### 11.3. Voreinstellung der Fensterpositionen wiederherstellen

Klicken Sie auf den **Fenster** - Button in der Toolbar oder im Menü auf **Fenster** und dann auf **h,x-Standard**.  
Die Standardeinstellungen der Fensterpositionen des Programms werden wieder hergestellt.

  
**h,x- Standard**  
oder:  
**Fenster  
h,x- Standard**

### 11.4. Eigenen Standard der Fensterpositionen speichern

Richten Sie sich zunächst die Anordnung und Größe der einzelnen Fenster nach Ihren Wünschen ein. Klicken Sie dann auf den **Fenster** - Button in der Toolbar oder im Menü auf **Fenster** und dann auf **Benutzer-Standard speichern**.  
Die Positionen der Fenster sind nun gespeichert und das Programm erscheint jetzt bei jedem Neustart in dieser Form.

  
**Benutzer-  
Standard  
speichern**  
oder:  
**Fenster  
Benutzer-  
Standard  
speichern**

## 11.5. Eigenen Standard der Fensterpositionen wiederherstellen

Wenn Sie schon einmal die Position der einzelnen Fenster bestimmt und gespeichert haben, so können Sie diese Anordnung während des laufenden Programms jederzeit wieder herstellen. Klicken Sie dazu auf den **Fenster** - Button in der Toolbar oder im Menü auf **Fenster** und dann auf **Benutzer-Standard**.



**Benutzer-  
Standard**

oder:

**Fenster  
Benutzer-  
Standard**

## 12. Tutorium

Sämtliche, in diesem Tutorium dargestellten Beispiele sind für einen Luftdruck von 1013 hPa ausgelegt worden. Bevor Sie mit den Übungsaufgaben beginnen, stellen Sie bitte zunächst den Luftdruck auf diesen Wert ein

### 12.1. Beispiel: Berechnung der Kühlleistung einer „adiabatischen“ Kühlung

Die Kühlleistung eines „adiabaten“ Verdunstungskühlsystems soll berechnet werden. Bekannt sind die Außenluftkondition 32°C; 40% r. F. und die Abluftkondition mit 26°C und 50% r. F. Die Außenluft hat einen Volumenstrom von 10.000 m<sup>3</sup>/h und die Abluft von 12.000 m<sup>3</sup>/h. Der Hersteller gibt einen Temperaturwirkungsgrad von 85 % an.

Zuerst wird über die Tastatur der Punkt ‚Außenluft‘ gesetzt. Bewegen Sie hierfür die Maus im Fenster **Tabelle und Aktionen** auf eines der Wertfelder des Punktes ‚1‘ und klicken Sie dieses an. Tragen Sie in das Eingabefenster **Punkt setzen** die Außenluftkondition mit  $t_d=32^\circ\text{C}$ ,  $\phi=40\%$  und  $V=10000\text{m}^3/\text{h}$  ein, nennen Sie diesen Punkt ‚Außenluft‘ und bestätigen Sie dann die Eingabe mit dem **OK** - Button. Die Konditionen für den Abluftpunkt (Punkt 2) setzen Sie genauso wie bei der Außenluft. Klicken Sie nun im Fenster **Tabelle und Aktionen** auf den Punktbutton des Punktes ‚2‘, um am Punkt ‚2‘ einen zweiten Luftweg zu eröffnen.

Starten Sie nun die Aktion **adiabatische Kühlung**, indem Sie in der Toolbar den **adiabatische Kühlung** - Button oder im Menü **Aktionen -> adiabatische Kühlung** anwählen. Wählen Sie dann die Punkte ‚1‘ und ‚2‘, durch Anklicken der jeweiligen Punktbutton, als Eintrittspunkte in die adiabatische Kühlung. Markieren Sie anschließend den Punkt mit der Abluftkondition (Luftweg B) als befeuchteten Luftweg.

Adiabatische Kühlung
✕

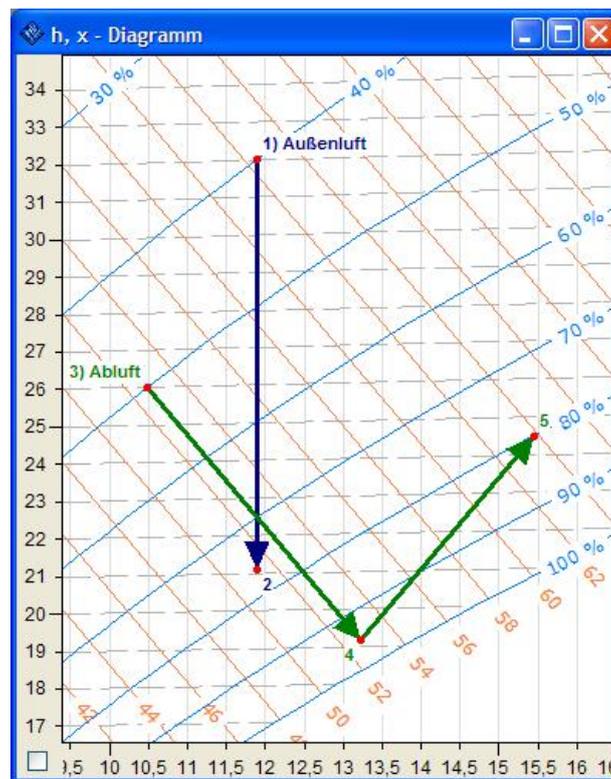
Luftweg A	Adiabatische Kühlung	Luftweg B
2) Abluft	0,85 Rückwärmzahl	1) Außenluft
t (°C) 26,0		t (°C) 32,0
φ (%) 50		φ (%) 40
x (g/kg) 10,5		x (g/kg) 11,9
h (kJ/kg) 52,7		h (kJ/kg) 62,4
$\dot{V}$ (m³/h) 10.000,0		$\dot{V}$ (m³/h) 10.223,3
$\dot{m}_d$ (kg/h) 11.606,16		$\dot{m}_d$ (kg/h) 11.606,16

OK

?

Abbrechen

Das Bild zeigt die Eingabemaske **adiabatische Kühlung** mit allen Eingaben. Bestätigen Sie anschließend Ihre Eingaben durch Klick auf den **OK** - Button. Der Prozeß wird berechnet und anschließend im Diagramm dargestellt. Aus der Tabelle können Sie nun die Kühlleistung der „adiabatischen“ Kühlung und die Austrittskonditionen der Zuluft und der Fortluft ablesen.



Endergebnis der Übung 11.1

### **12.1.1. Kurzbeschreibung: „adiabatische“ Kühlung**

- Setzen Sie den Abluftpunkt über das Eingabefenster **Punkt setzen** (siehe 6.2).
- Setzen Sie den Außenluftpunkt über das Eingabefenster **Punkt setzen**.
- Trennen Sie die beiden Luftwege durch Klick auf den Punkt ,2' (siehe 6.4).
- Aktivieren Sie die Aktion **adiabatische Kühlung** (siehe 7.1).
- Klicken Sie auf die Punkte 1 und 2, um die Eintrittskonditionen für die ,adiabatische Kühlung' zu markieren.
- Markieren Sie Punkt B als befeuchteten Luftweg und tragen Sie den Wirkungsgrad ein.
- Bestätigen sie abschließend Ihrer Eingaben mit dem **OK** - Button.

## 12.2. Beispiel: Mischen zweier Volumenströme in einer Mischkammer

In einer Mischkammer sollen zwei Volumenströme zu 100 % gemischt werden. Die Abluftkondition beträgt 22°C; 50% r. F. und der Volumenstrom 1.500 m<sup>3</sup>/h. Die Außenluftkondition beträgt 10°C; 5,3 g/kg und der Volumenstrom 3.500 m<sup>3</sup>/h. Die Kondition des Mischpunktes soll berechnet werden.

Setzen Sie über das Eingabefenster **Punkt setzen** den Abluftpunkt auf  $t_d=22^\circ\text{C}$  und  $\phi=50\%$  relative Feuchte und benennen Sie diesen Punkt mit ‚Abluft‘. Geben Sie den Volumenstrom mit 1.500 m<sup>3</sup>/h an. Jetzt können Sie den Außenluftpunkt über das Eingabefenster **Punkt setzen** eingeben. Benennen Sie diesen Punkt mit ‚Außenluft‘. Trennen Sie anschließend den Punkt ‚2‘ durch Klick auf den Punktbutton 2 vom Punkt ‚1‘ ab und bilden Sie so einen zweiten Luftweg.

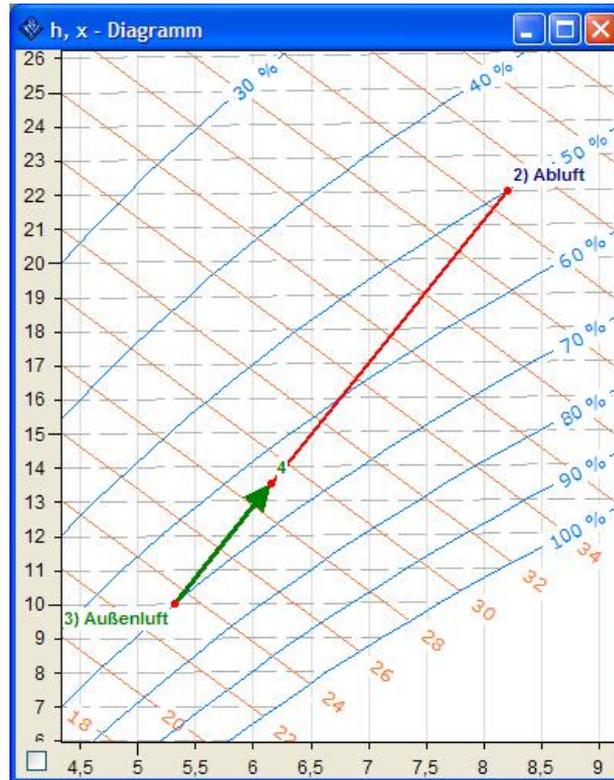
Aktivieren Sie nun die Aktion **Mischen** durch Mausklick in der Toolbar oder im Menü und wählen Sie die Punkte ‚1‘ und ‚2‘ durch Anklicken der jeweiligen Punktbutton. Das Fenster **Mischen** erscheint.



Luftweg A		Mischen		Luftweg B	
1) Abluft		Volumenstrom		2) Außenluft	
t (°C)	22,0	1500,0 Volumenstrom (m³/h)		t (°C)	10,0
φ (%)	50	1770,87 Massenstrom (kg/h)		φ (%)	70
x (g/kg)	8,2	100,00 Luftübertrag (%)		x (g/kg)	5,3
h (kJ/kg)	42,9	<input checked="" type="radio"/> von A nach B <input type="radio"/> von B nach A		h (kJ/kg)	23,4
$\dot{V}$ (m³/h)	1.500,0			$\dot{V}$ (m³/h)	3.500,0
$\dot{m}_g$ (kg/h)	1.770,87			$\dot{m}_g$ (kg/h)	4.327,04

Das Bild zeigt die Eingabemaske **Mischen** mit allen Werten. Die Abluft soll in die Außenluft gemischt werden. Aktivieren Sie dazu die Mischung von A nach B, wie gezeigt. Zur vollständigen Mischung der Abluft in die Außenluft müssen Sie den Mischbalken mit Hilfe der Pfeiltasten oder Eingabe im Feld **Luftübertrag** auf 100 % setzen.

Bestätigen Sie Ihre Eingaben durch Klick auf den Button **OK**. Der Prozess wird berechnet und dargestellt. Aus der Tabelle im Fenster **Tabelle und Aktionen** können Sie die Kondition des Mischpunktes entnehmen.



Endergebnis der Übung 11.2

### 12.2.1.: Kurzbeschreibung Mischen von zwei Volumenströmen in einer Mischkammer

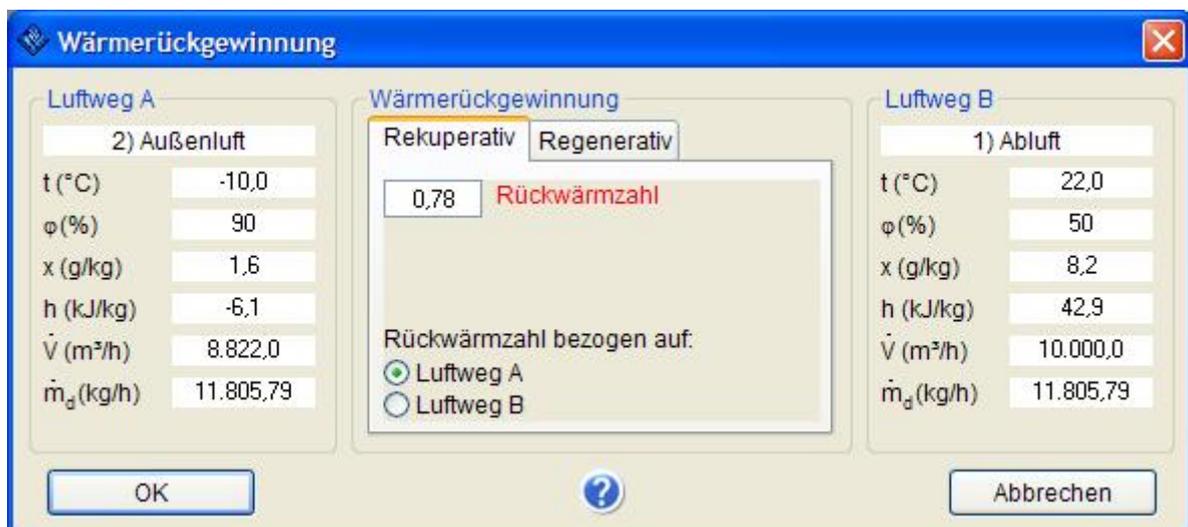
- Setzen Sie den Abluftpunkt über das Eingabefenster **Punkt setzen** (siehe 6.2).
- Setzen Sie den Außenluftpunkt über das Eingabefenster **Punkt setzen**.
- Trennen Sie die beiden Luftwege durch Klick auf den Punkt 2 (siehe 6.4).
- Starten Sie die Aktion **Mischen** aus der Toolbar (s. 7.3)
- Wählen Sie Punkt 1 und 2 als Startpunkt für das Mischen
- Stellen Sie mit dem Mischbalken den Mischanteil auf 100%.
- Bestätigen Sie Ihre Eingaben durch Klick auf den **OK**.

### 12.3. Beispiel: Berechnung der erforderlichen Heizleistung und der Befeuchtungsleistung einer Klimaanlage für ein Gebäude im Winter

In dieser Aufgabe soll ein Gebäude mit Außenluft gelüftet werden. Der Abluftvolumenstrom ist aus hygienischen Gründen auf 10.000 m<sup>3</sup>/h festgelegt worden. Die Außenluftkondition ist -10°C und 90% r. F. Die Abluftkondition ist 22°C und 50% r. F. Zur Deckung der Transmissionslasten muss die Zuluft mit einer Temperatur von 35 °C eingeblasen werden. Die Zuluft soll zusätzlich auf einen absoluten Wassergehalt von 7,8 g/kg befeuchtet werden. Dazu wird ein Dampfbefeuchter eingesetzt.

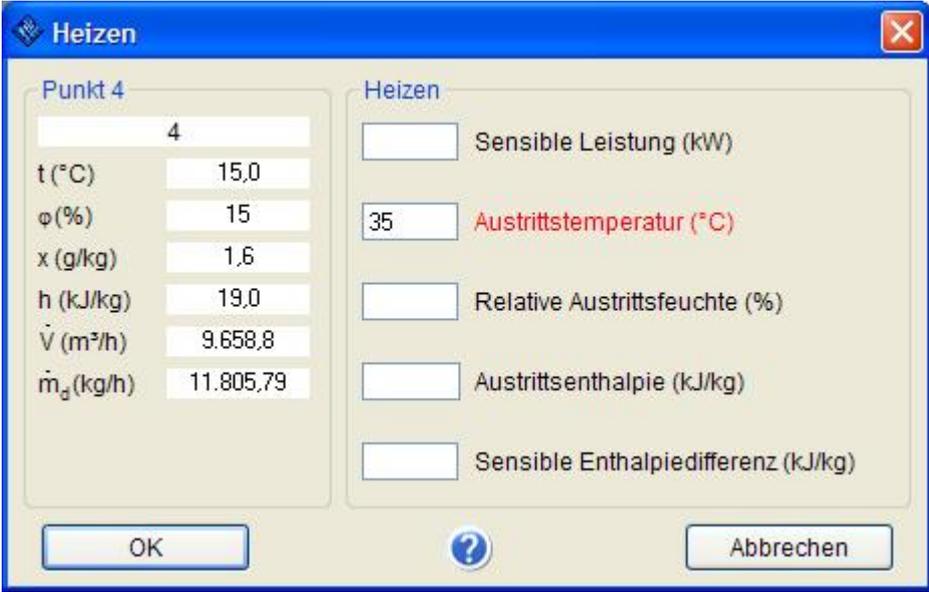
Es sollen nun die Unterschiede in der Heiz- und Befeuchtungsleistung beim Einsatz einer rekuperativen Wärmerückgewinnung mit einem Rückwärmzahl von 0,48 und alternativ mit einem Rückwärmzahl von 0,78 berechnet werden. Des Weiteren soll geprüft werden wie sich der Einsatz eines regenerativen Wärmerückgewinnungssystems mit einem Rückwärmzahl von 0,9 und einem Rückfeuchtzahl von 0,65, auf die Heiz- und die Befeuchtungsleistung auswirkt.

Setzen Sie zuerst über das Eingabefenster **Punkt setzen** den Abluftpunkt (Punkt 1) auf  $t_d=22^\circ\text{C}$ ,  $\phi=50\%$  r. F. und  $V=10.000\text{ m}^3/\text{h}$ , und benennen Sie diesen Punkt mit ‚Abluft‘. Setzen Sie dann den Außenluftpunkt (Punkt 2) über das Eingabefenster **Punkt setzen**. Benennen Sie den Punkt 2 mit ‚Außenluft‘ und schließen Sie das Eingabefenster im **OK**. Der Massenstrom des Abluftpunktes wird dabei automatisch vom Punkt ‚1‘ auf ‚2‘ übertragen. Trennen Sie nun Punkt ‚1‘ von Punkt ‚2‘, indem Sie auf den Punktbutton **2** im Fenster **Tabelle und Aktionen** klicken. Aktivieren Sie jetzt die Aktion **Wärmerückgewinnung** in der Toolbar.



Luftweg A		Wärmerückgewinnung		Luftweg B	
2) Außenluft		Rekuperativ   Regenerativ		1) Abluft	
t (°C)	-10,0	0,78	Rückwärmzahl	t (°C)	22,0
φ (%)	90			φ (%)	50
x (g/kg)	1,6			x (g/kg)	8,2
h (kJ/kg)	-6,1			h (kJ/kg)	42,9
$\dot{V}$ (m <sup>3</sup> /h)	8.822,0			$\dot{V}$ (m <sup>3</sup> /h)	10.000,0
$\dot{m}_d$ (kg/h)	11.805,79			$\dot{m}_d$ (kg/h)	11.805,79
OK		Rückwärmzahl bezogen auf: <input checked="" type="radio"/> Luftweg A <input type="radio"/> Luftweg B		Abbrechen	

Beginnen Sie die Berechnung mit der Variante **rekuperative Wärmerückgewinnung** mit einer Rückwärmzahl von 0,78. Stellen Sie dazu, wie im oberen Bild gezeigt, die Wärmerückgewinnungsart auf **Rekuperativ** und den Rückwärmzahl auf 0,78 ein. Bestätigen Sie nun Ihre Eingabe mit **OK**. Im nächsten Schritt wird die zu installierende Heizleistung berechnet. Aktivieren Sie die Aktion **Heizen** in der Toolbar und klicken Sie dann auf den Punktbutton des Punktes 4. Jetzt öffnet sich die Eingabemaske für die Aktion **Heizen**.



Punkt 4	
	4
t (°C)	15,0
φ (%)	15
x (g/kg)	1,6
h (kJ/kg)	19,0
$\dot{V}$ (m³/h)	9.658,8
$\dot{m}_g$ (kg/h)	11.805,79

Heizen	
<input type="text"/>	Sensible Leistung (kW)
<input type="text" value="35"/>	Austrittstemperatur (°C)
<input type="text"/>	Relative Austrittsfeuchte (%)
<input type="text"/>	Austrittsenthalpie (kJ/kg)
<input type="text"/>	Sensible Enthalpiedifferenz (kJ/kg)

Zur Deckung der Transmissionswärmelasten muss die Zuluft auf eine Temperatur von 35°C erwärmt werden. Tragen Sie diesen Wert in das Eingabefeld **Austrittstemperatur** wie gezeigt ein. Bestätigen Sie jetzt Ihre Eingabe durch Klick auf den Button **OK**. Der Prozess wird jetzt berechnet und im Diagramm dargestellt. Sie können nun aus der Tabelle die benötigte Heizleistung  $\Delta Q$  ablesen, um die Außenluft nach der Wärmerückgewinnung auf die Zulufttemperatur von 35°C zu erwärmen. Anschließend soll die Befeuchtung der Zuluft mit Dampf berechnet werden.

Aktivieren Sie die Aktion **Befeuchten** in der Toolbar. Klicken Sie dann auf den Punktbutton des Punktes 5. Dieser Punkt ist die Eintrittskondition für den Prozess der Dampfbefeuchtung. Jetzt öffnet sich die Eingabemaske für die Befeuchtungsaktionen.



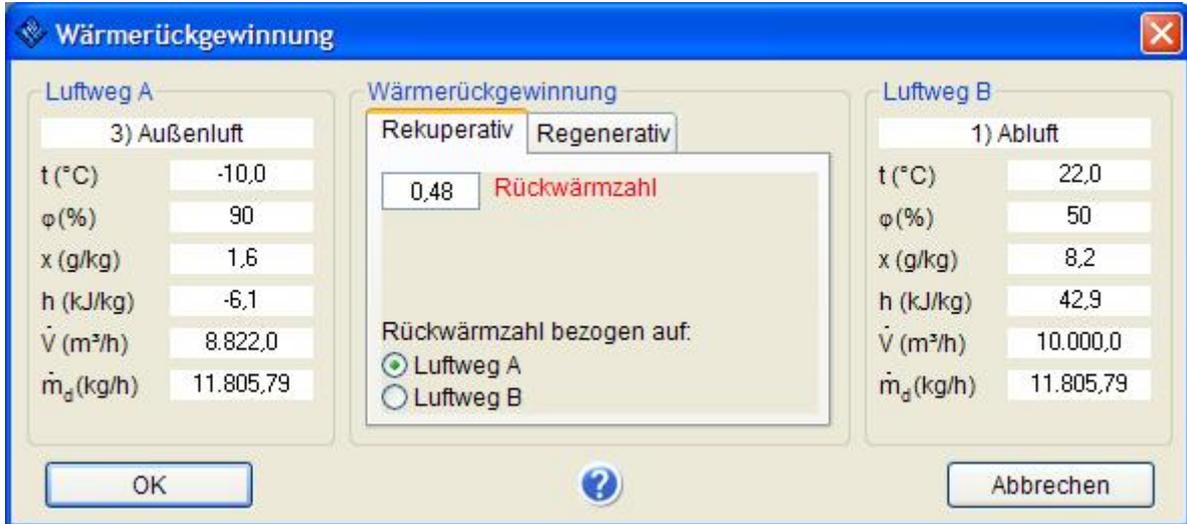
Wählen Sie zuerst die Befeuchtungsart über die Reiter **Wasser**, **Dampf** und **Kaldampf** aus. In unserem Beispiel ist dies **Dampf**. Der absolute Wassergehalt der Austrittskondition wurde mit 8g/kg dimensioniert. Tragen Sie diesen Wert im Eingabefeld **Absolute Austrittsfeuchte** ein. Bestätigen Sie Ihre Eingabe durch Klick auf den Button **OK**.

Benennen Sie anschließend den Punkt 4 mit ‚Zuluft‘ und den Punkt 6 mit ‚Fortluft‘.

Sie haben nun einen Prozess für einen rekuperativen Wärmeaustauscher mit einer Rückwärmzahl von 0,78, einer Erwärmung der Zuluft auf 35°C und einer Befeuchtung der Zuluft auf 8 g/kg mit Dampf dargestellt. Jetzt werden Sie die Abweichungen zu den anderen Wärmeaustauschersystemen berechnen.

Legen Sie dazu zwei neue Arbeitsblätter an. Klicken Sie dazu zweimal auf den **Neu** - Button in der Toolbar. Gehen Sie jetzt mit dem Mauszeiger in der Buttonreihe für die Arbeitsblätter im Fenster **Tabelle und Aktionen** auf den Button des ersten Arbeitsblattes. Drücken Sie nun die linke Maustaste und ziehen Sie den Button 1 auf den Button 2 und lassen die Maustaste wieder los. Sie haben jetzt den gesamten Prozess mit allen Aktionen von Blatt 1 auf das zweite Arbeitsblatt kopiert. Verfahren Sie genauso, um die Informationen auf das dritte Arbeitsblatt zu kopieren. Öffnen Sie das zweite Arbeitsblatt durch Klick auf den Button für das Arbeitsblatt 2. Gehen Sie jetzt mit der Maus auf das Feld **Aktionen** im Fenster **Tabelle und Aktionen**. Klicken Sie jetzt mit der linken Maustaste auf die Aktion **Wärmerückgewinnung**. (Wenn Sie das Feld **Aktionen** oder die Aktion **Wärmerückgewinnung** nicht sehen können, so maximieren Sie das Fenster **Tabelle und Aktionen** durch Klick auf den

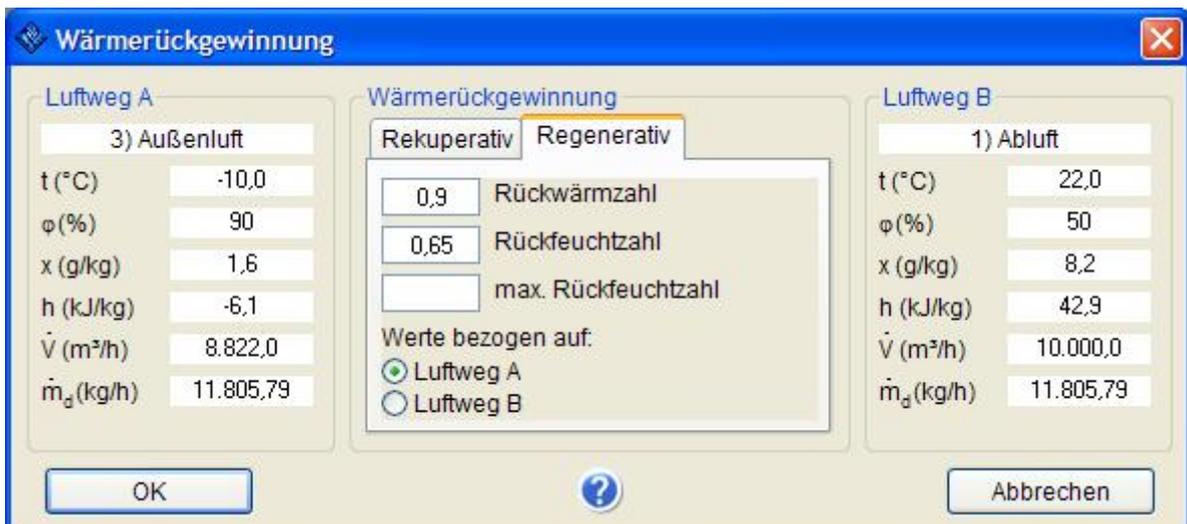
**Maximieren** - Button. Wenn Sie zur alten Ansicht zurückkehren möchten betätigen Sie einfach den **Verkleinern** - Button)  
 Das Eingabefenster **Wärmerückgewinnung** öffnet sich jetzt.



Luftweg A		Wärmerückgewinnung		Luftweg B	
3) Außenluft		Regenerativ		1) Abluft	
t (°C)	-10,0	Rückwärmzahl	0,48	t (°C)	22,0
φ (%)	90			φ (%)	50
x (g/kg)	1,6			x (g/kg)	8,2
h (kJ/kg)	-6,1			h (kJ/kg)	42,9
V̇ (m³/h)	8.822,0			V̇ (m³/h)	10.000,0
ṁ_d (kg/h)	11.805,79			ṁ_d (kg/h)	11.805,79

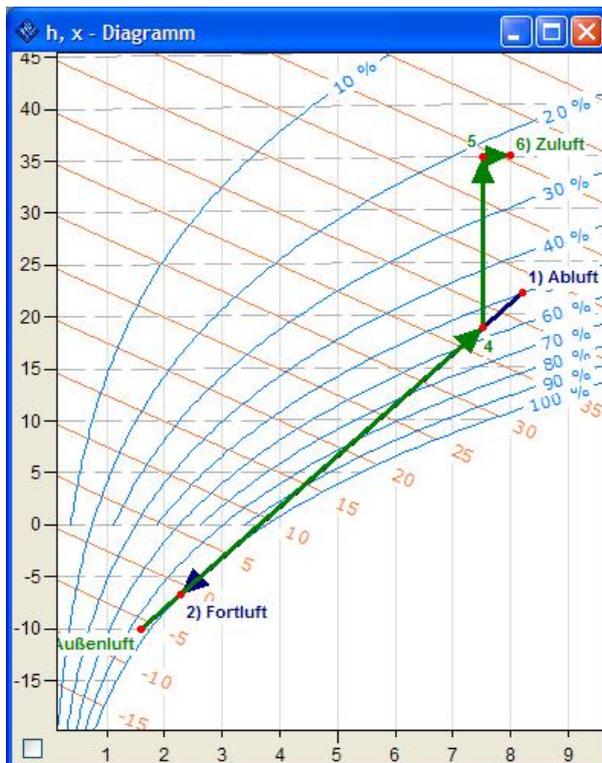
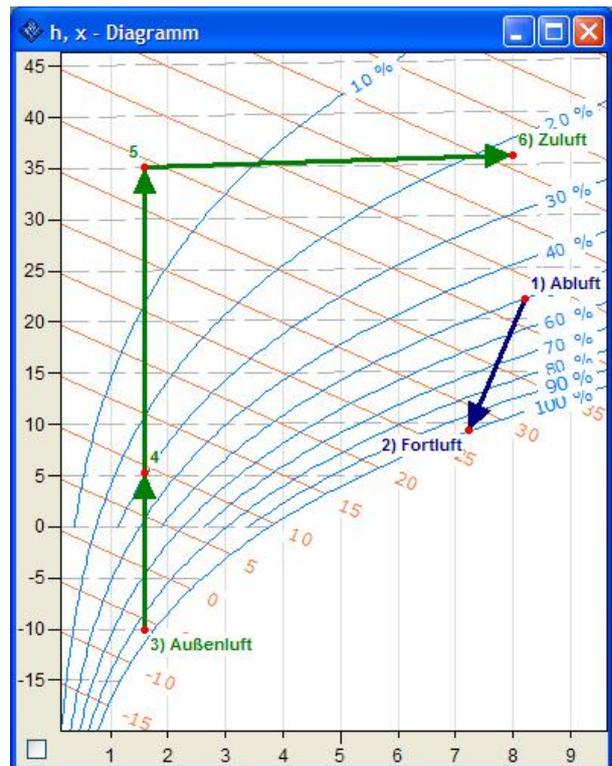
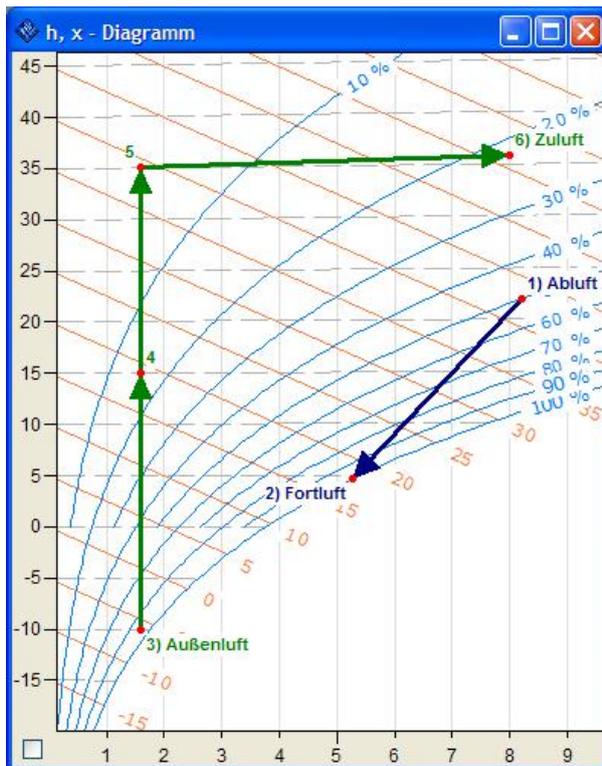
Ändern Sie, wie gezeigt, die **Rückwärmzahl** auf 0,48 und bestätigen Sie Ihre Eingabe durch Druck auf **OK**. Das Programm berechnet jetzt den gesamten Prozess, inklusive der Erwärmung und der Befeuchtung neu. Sie können nun die Befeuchtungsleistung  $\Delta m_x$  und die benötigte Heizleistung  $\Delta Q$  für die Nacherwärmung aus der Tabelle ablesen und diese direkt mit den Werten des ersten Arbeitsblattes vergleichen.

Klicken Sie jetzt auf den Button des Arbeitsblattes 3 um die Heizleistung und die Befeuchtungsleistung bei Einsatz einer regenerativen Wärmerückgewinnung zu berechnen. Gehen Sie im Fenster **Tabelle und Aktionen** mit der Maus in das Feld **Aktionen**. Öffnen Sie die Aktion **Wärmerückgewinnung** durch Mausklick.



Luftweg A		Wärmerückgewinnung		Luftweg B	
3) Außenluft		Regenerativ		1) Abluft	
t (°C)	-10,0	Rückwärmzahl	0,9	t (°C)	22,0
φ (%)	90	Rückfeuchtzahl	0,65	φ (%)	50
x (g/kg)	1,6	max. Rückfeuchtzahl		x (g/kg)	8,2
h (kJ/kg)	-6,1			h (kJ/kg)	42,9
V̇ (m³/h)	8.822,0			V̇ (m³/h)	10.000,0
ṁ_d (kg/h)	11.805,79			ṁ_d (kg/h)	11.805,79

Jetzt öffnet sich das Fenster **Wärmerückgewinnung** erneut. Klicken Sie nun auf den Reiter **Regenerativ**. Tragen Sie anschließend den Wert 0,9 für die Rückwärmzahl und 0,65 für die Rückfeuchtzahl ein. Die Eingabemaske sollte wie oben gezeigt aussehen. Bestätigen Sie Ihre Eingabe durch Druck auf den **OK**- Button. Das Programm berechnet nun alle Aktionen neu und stellt diese im h, x- Diagramm dar. Sie können jetzt die erforderliche Heiz- und Befeuchtungsleistung aus der Tabelle ablesen.



Endergebnisse der Arbeitsblätter 1, 2 und 3

## 12.4. Ermitteln des Zuluftpunktes eines Klimasystems mit rekuperativer Wärmerückgewinnung und konstantem Umluftanteil

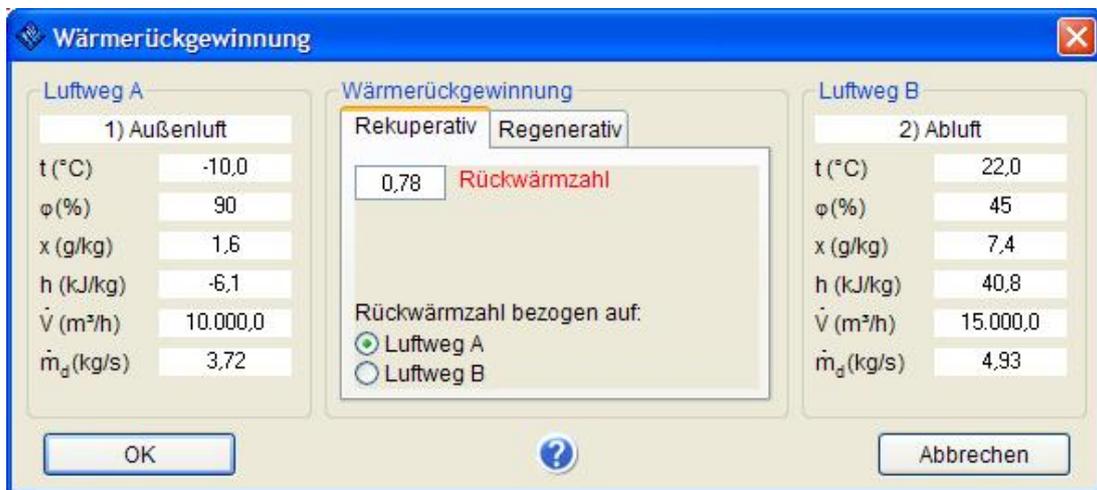
In dieser Aufgabe soll die Zuluftkondition eines Klimagerätes ermittelt werden.

Das Gerät wird im Winter bei einer Außenluftkondition von  $-10^{\circ}\text{C}$  und 90% r. F. betrieben. Die Außenluftmenge soll  $10.000\text{ m}^3/\text{h}$  sein. Die Abluftkondition ist mit einer Temperatur von  $22^{\circ}\text{C}$  und einer relativen Feuchte von 45% angegeben. Die Abluftmenge soll  $15.000\text{ m}^3/\text{h}$  betragen. Die Fortluftmenge entspricht der Außenluftmenge.

Vor der Wärmerückgewinnung zwischen Abluft und Außenluft soll eine Luftmenge von  $3.680\text{ m}^3/\text{h}$  als kontinuierlicher Umluftanteil von der Abluft in die Zuluft gemischt werden.

Geben Sie zunächst die Werte der Außenluft mit dem Außenluftvolumenstrom über das Eingabefenster **Punkt setzen** für Punkt 1 ein. Benennen Sie den Punkt mit ‚Außenluft‘. Tragen Sie nun über das Eingabefenster **Punkt setzen** alle Abluftwerte für Punkt ‚2‘ ohne den Abluftvolumenstrom ein und benennen Sie diesen Punkt mit ‚Abluft‘. Klicken Sie jetzt auf den Punktbutton des Punktes 2 im Fenster **Tabelle und Aktionen**, um die zwei Punkte voneinander zu trennen. Ändern Sie anschließend den Abluftvolumenstrom auf  $15.000\text{ m}^3/\text{h}$ .

Aktivieren Sie jetzt die Aktion **Wärmerückgewinnung** in der Toolbar durch Mausklick und wählen Sie die Eintrittspunkte 1 und 2 an.



Luftweg A		Wärmerückgewinnung		Luftweg B	
1) Außenluft		Rekuperativ   Regenerativ		2) Abluft	
t (°C)	-10,0	0,78	Rückwärmzahl	t (°C)	22,0
φ (%)	90			φ (%)	45
x (g/kg)	1,6			x (g/kg)	7,4
h (kJ/kg)	-6,1			h (kJ/kg)	40,8
V̇ (m³/h)	10.000,0	Rückwärmzahl bezogen auf:		V̇ (m³/h)	15.000,0
ṁ_d (kg/s)	3,72	<input checked="" type="radio"/> Luftweg A <input type="radio"/> Luftweg B		ṁ_d (kg/s)	4,93

Im Feld Wärmerückgewinnung markieren Sie den Reiter **Rekuperativ** und geben Sie die Rückwärmzahl mit 0,78 ein. Bestätigen Sie Ihre Eingabe durch Klick auf den **OK** - Button.

Im nächsten Schritt wird die Umluft-Mischung berechnet. Dazu werden die Austrittskondition nach dem Wärmetauscher der Außenluft (Punkt 2)

und die Abluftkondition (Punkt 3) gemischt. Aktivieren Sie die Aktion **Mischen** durch Klick auf den Mischbutton in der Toolbar. Als Eintrittspunkt in die Aktion **Mischen** klicken Sie nun auf die Punkte 3 und 2 in der Punktbutton-Reihe des Fensters **Tabelle und Aktionen**.

**Luftweg A**

3

t (°C) 22,0

φ (%) 45

x (g/kg) 7,4

h (kJ/kg) 40,8

$\dot{V}$  (m³/h) 15.000,0

$\dot{m}_a$  (kg/s) 4,93

**Mischen**

Volumenstrom



3680 Volumenstrom (m³/h)

1,21 Massenstrom (kg/s)

24,53 Luftübertrag (%)

von A nach B  
 von B nach A

**Luftweg B**

2

t (°C) 15,0

φ (%) 15

x (g/kg) 1,6

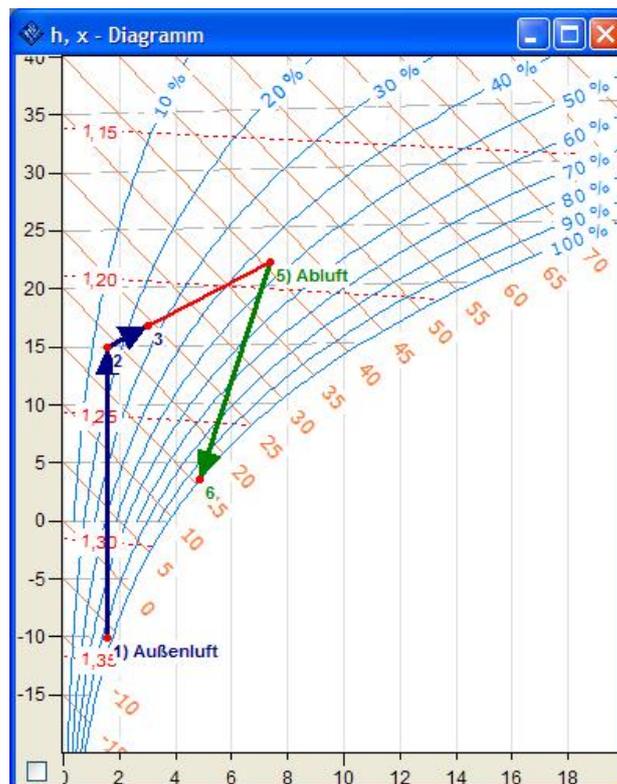
h (kJ/kg) 19,0

$\dot{V}$  (m³/h) 10.948,5

$\dot{m}_a$  (kg/s) 3,72

OK
?
Abbrechen

Sie mischen Abluft in die Außen- bzw. Zuluft. Das bedeutet also, in der obigen Abbildung, von Luftweg A nach B. Stellen Sie den Mischanteil auf 3.680 m³/h und bestätigen Sie Ihre Eingabe durch Klick auf den **OK**-Button. Die Mischung wird jetzt berechnet und im Diagramm dargestellt. Benennen Sie abschließend den Punkt 3 mit ‚Zuluft‘ und den Punkt 6 mit ‚Fortluft‘.



Ergebnis der Übung 11.4