



# Das ganze Wetter kompakt - die ELV-Funk-Wetterstation WS 2000

## Teil 1

**Komplexe Wettermeßtechnik, die noch vor einiger Zeit allein den professionellen Meteorologen vorbehalten war, ist heute für jedermann erschwinglich geworden. Damit hat auch der einzelne Privatinteressent, der Landwirt, der Sportler usw., die Möglichkeit, das Wetter am Standort besser einzuschätzen, zu beobachten und zu analysieren und in gewissem Maße sogar vorauszusagen.**

**Wir analysieren anhand des ELV-Wettermeßsystems WS 2000 die Möglichkeiten, kostengünstig eine komplette Wettermeßstation aufzubauen, werfen einen Blick auf die dahinter stehende Technik und geben Tips zur Nutzung dieser faszinierenden Technik.**

### Ist der eigene Wetterbericht besser?

Stimmt's? - Sie denken doch auch manchmal an unanständige Worte, wenn Sie die Wettersvorhersage zentraler Wet-

terdienste mit dem vergleichen, was dann tatsächlich eintrifft. Da wird zu Ostern '98 Regen überall angesagt, und dann warten die Wirte an den Küsten von Nord- und Ostsee bei schönstem Frühlingwetter vergeblich auf die Gäste, die verbiestert zu

Hause geblieben sind aufgrund der schlechten Prognosen.

Die Folge war, daß wieder einmal die moderne großflächige Wetteransage, die von privaten Wetterdienst-Unternehmen à la Kachelmann quasi zur Unterhaltungs-



**Bild 1: Der Beginn der Fernmeßtechnik: Thermometer mit zusätzlichem Außenfühler.**

Sicher - nicht jedes Fiasko der beschriebenen Arten ist durch die reine Wetterbeobachtung zu vermeiden, aber durch längerfristige Registrierung von Wetterdaten und schnelle Anzeige von Wetterumschwüngen zumindest zeit- und ortsnahe vorherzusagen. Nicht umsonst erfreut sich die seit einigen Jahren erhältliche komplexe Wettermeßtechnik auch in Privathand zunehmender Beliebtheit.

Das begann mit der Unterstützung der eigenen Bequemlichkeit, indem man einen Außenfühler an das Digitalthermometer anschloß (Abbildung 1) und so den Gang auf die Terrasse oder den Balkon sparte, ging weiter mit elektronischen Luftdruckbeobachtungsgeräten (Abbildung 2), die dank integrierter Mikrorechentechnik schon Wetter-Tendenzen anzeigen und gipfelt in völlig kabellosen High-Tech-Komplett-Wetterstationen wie die WS-Reihe von ELV.

### Profi-Wettermeßtechnik für alle

Insbesondere das Spitzenmodell WS 2000 weist alle Features professioneller Wettermeßtechnik wie Windmessung, Regenmessung, komplexe Vorhersage, Historie und Tendenzanzeige, Speicherung aller relevanten Daten für statistische Zwecke, Ermittlung von Taupunkt- und empfundener Temperatur u.v.a.m. auf, wie wir noch sehen werden.

Doch nicht nur die vielen Features dieser Technik beeindruckten, sondern vor allem die Möglichkeit, die vielfältige Sensortechnik, die zum Betrieb einer solchen komplexen Wetterstation nun einmal erforderlich ist, an nahezu beliebigen Standorten (ein paar Einschränkungen diskutieren wir noch) rund um das Basisgerät sta-

show stilisiert wird, in Mißkredit gerät.

Und die Kritik wächst, seitdem aus Kostengründen nahezu ausschließlich die hochgelobte Satellitentechnik zur Ermittlung der Wetterlage herangezogen wird. Denn gleichzeitig mit der fast ausnahmslosen Nutzung der Satellitenvorausagen zieht man nach und nach die meteorologischen Beobachtungsschiffe aus der Weterküche dieser Welt, dem Nordatlantik, ab. Die sind teurer als die Satelliten, und die Konkurrenz unter den Wetternachrichtendienstern nimmt ständig zu - Folge: Kostendruck, den man vor einigen Jahren noch nicht kannte.

Nicht umsonst bedient sich die See- und Luftfahrt eigener Wetterdienste und der ortsnahen Wetterbeobachtung mit einigem Aufwand.

Verschärfend kommt hinzu, daß das Wetter aufgrund von direkten, örtlichen Umwelteinflüssen sich völlig anders verhalten kann als sogar vom örtlichen Rundfunk verkündet. Bildhaftes Beispiel dazu während der Erarbeitung dieses Artikels: Wochenlange Bilderbuch-Dürre nach Ostern '98 in einem kleinen Dorf nordöstlich von Dresden. Pfingsten sollte es endlich soweit sein, Regen und Gewitter en masse sollten herabprasseln. Während ringsum der Rundfunk ständig von gesperrten Straßen wegen gerutschter Hänge, Überflutungen in Kellern und Aquaplaningefahr auf der Autobahn berichtete, blieb es im Dorf knochentrocken. Die Bewohner und unter ihnen besonders die Bauern blickten enttäuscht auf die ringsum vorbeiziehenden Wolken, die in einiger Entfernung schwarz wie die Nacht abregneten.

Vermutliche Ursache sind örtliche Gegebenheiten wie einige künstlich angelegte riesige Fischteiche in Dorfnähe und die Lage des Dorfes im flachen Endmoränen-Hügelland, die tiefhängende Wolken wohl auch aufgrund der aufsteigenden Hitze aus dem wochenlang gut aufgeheizten Dorf geradezu links und rechts vorbeitreibt. Eine riesige Rindermastanlage mit entsprechender Wärmeentwicklung tut dann sicher ein übriges...

Gleiche Phänomene kann man in Großstädten, Gebirgstälern oder an Gewässern überall erleben.

### Immer wichtiger - ortsnahe Tendenzen erkennen

Gerade Leute, deren Tätigkeit unmittelbar abhängig vom Wetter ist, wie z. B. die Landwirte, legen natürlich Wert auf genaue örtliche Wetterdaten, die sie unter heutigen Voraussetzungen allerdings tatsächlich nur durch genaue eigene Wetterbeobachtung erhalten können. Da ist es wichtig, z. B. die Tendenz der Nachttemperaturen zu analysieren, um die Saat auszubringen, die örtliche Wettertendenz zu erfahren, um bestimmte anstehende Arbeiten planen zu können usw. Gleiches betrifft andere wetterabhängige Gewerbe und Tätigkeiten wie das Baugewerbe (Stichwort Taupunkt) oder Veranstalter von Festen und Sportereignissen.

Wer es derart genau wissen will, ruft oft den nächsten Flughafen an, so denn in der Nähe, und erfährt dort mehr als aus dem Rundfunk.

Doch die Problematik trifft mehr und mehr auch den privaten Menschen, der Freizeit- und Gartenaktivitäten plant und dann z. B. plötzlich mit dem angezündeten Holzkohlengrill im dicksten Regen steht.



**Bild 2: Die zweite Generation: Wettertendenzanzeige schon integriert.**



Bild 3: Ungebunden durch Datenübertragung per Funk - die vielfältige Sensortechnik rund um die WS 2000.

tionieren zu können (Abbildung 3).

Denn der Clou dieser Technik ist die drahtlose Datenübermittlung von den Sensoren zur Basisstation, so daß jegliche umständliche Strippenzieherei entfällt.

Das Geheimnis heißt zum einen modernste Telemetrie-Funktechnik, wie sie Formel 1-Fans schon lange in der dortigen Szene kennen, und zum anderen autarker Betrieb fast aller Sensoren mit Stromversorgung über integrierte Solarzellen. So kann man einen Sensor nach der Montage im wahrsten Sinne des Wortes einfach vergessen, er sendet nun jahrelang zuverlässig alle paar Minuten seine Signale an die Basisstation, die ihrerseits ebenfalls netzunabhängig mit Batterien arbeitet, also auch nicht an einen Standort gebunden ist.

Die Variante WS 2000 PC geht über die reinen beschriebenen Funktionen noch hinaus, sie übermittelt die gesammelten Sensordaten gleich an einen PC, der nahezu unbegrenzte Anzeige-, Erfassungs-, Speicher- und Analysemöglichkeiten zu den eingehenden Daten bietet (Abbildung 4).

Die professionelle Ausführung der Sensoren und der Wetterstation selbst geht aus

der nun schon mehr als zehnjährigen ELV-Praxis bei der Entwicklung hochwertiger Wettermeßtechnik hervor.

Treue Leser werden sich an die verschiedenen Projekte erinnern, wohl besonders an den ebenfalls zur damaligen Zeit revolutionären Vorläufer WS 9000/7000 (Abbildung 5).

Besonders die Sensor- und Funktechnik, die das Rückgrat des Wettermeßsystems bilden, hat es den ELV-Ingenieuren angetan, entsprechend fallen die Ergebnisse heute so professionell aus, daß alle Komponenten sich nicht hinter sog. industrieller Meßtechnik zu verstecken brauchen, sie sind durchweg für harten, professionellen Alltagseinsatz geeignet.

Gleichzeitig wurde durch hohe Produktionsstückzahlen, kurze Entwicklungszeiten und preiswerte Mehrfachnutzungsmöglichkeiten der einzelnen Komponenten auch in anderen ELV-Produkten dafür gesorgt, daß heute ein komplettes Wettermeßsystem höchster Güte für weit unter 1000,- DM erhältlich ist.

Und eben dieses Wettermeßsystem erlaubt derart umfangreiche Wetterbeobach-

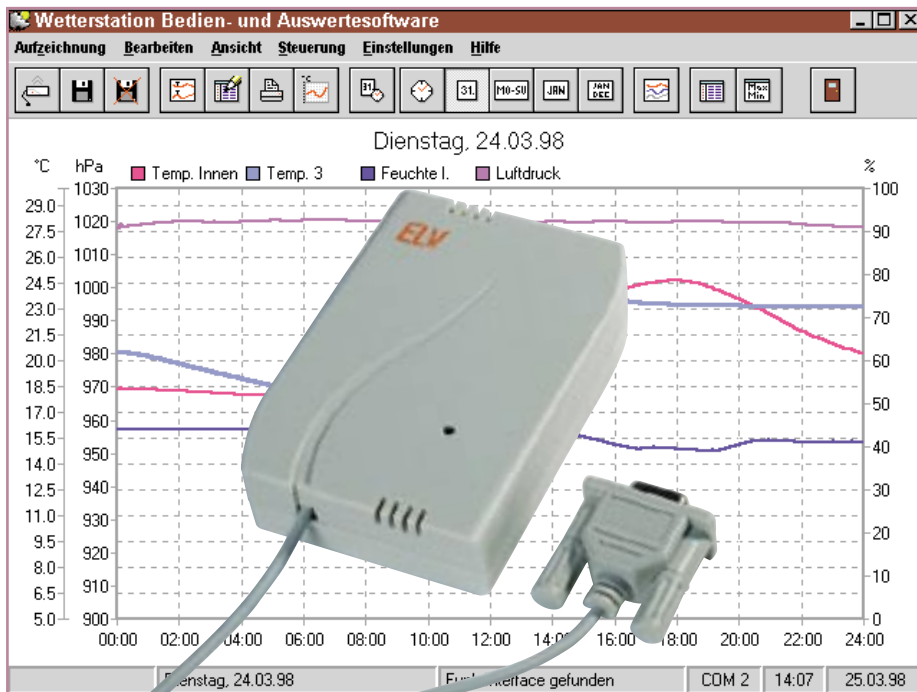
tungen und örtliche Voraussagen, daß man sich zukünftig in den Medien eigentlich nur noch um die Großwetterlage kümmern muß und den Rest an Wetter-Entertainment getrost vergessen kann.

### Die WS 2000 en detail

Bevor wir uns näher mit der Technik des Wettermeßsystems beschäftigen, wollen wir einen kurzen Blick auf die zusammengefaßten Funktionen der WS 2000 werfen:

1. Innen-Temperatur
2. Innen-Luftfeuchte
3. Außen-Temperatur
4. Außen-Luftfeuchte
5. Windgeschwindigkeit
6. Windrichtung
7. Schwankungsbereich der Windrichtung
8. Niederschlagsmenge
9. Luftdruck
10. Luftdruckhistorie (vorangegangene 24 h)
11. Luftdrucktendenz
12. Wetterbilder





**Bild 4:** Der Screenshot zeigt nur einen kleinen Teil der Möglichkeiten der PC-Auswertung von Daten, z. B. zur Dokumentation und Langzeitbeobachtung mit der WS 2000 PC

- 13. DCF-genaue Uhrzeit
- 14. Datum

Darüber hinaus bietet die WS 2000 zahlreiche weitere Funktionen:

- Bis zu 9 unterschiedliche, kombinierte

- km/h, m/s, Knoten oder Beaufort
- Windrichtung in Form einer Windrose mit Anzeige der Windrichtungsschwankungen (statt der Windgeschwindigkeit kann auch die Windrichtung mit 50 % Auflösung angezeigt werden).

- be (bei der Windgeschwindigkeit wird zusätzlich die zugehörige Windrichtung mit angezeigt)
- Erfassung der Regenmenge mit <0,5 mm Auflösung (Gesamt, 24h, 1h)
- Programmierbare Alarmmöglichkeiten bei bestimmten Wetterzuständen, z. B. bei Frostgefahr, Sturm, ungünstigen Luftdruck- und Temperaturtendenzen, z. B. auf See oder im Gebirge oder als Indikator für das sog. Biowetter.



**Bild 5:** Zu ihrem Erscheinen revolutionäre Technik - die ELV-Wetterstation WS 9000/7000.

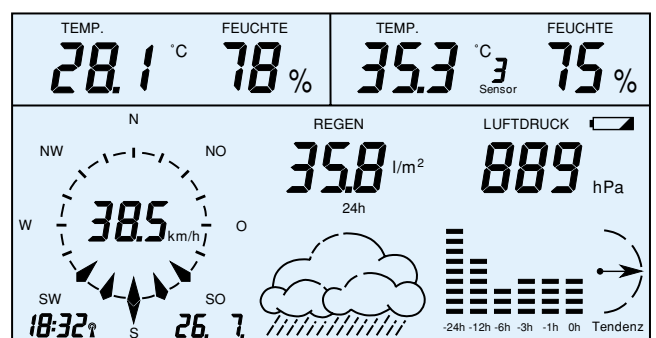
- Feuchte-/Temperaturmeßstellen, davon werden zwei auf dem Display gleichzeitig dargestellt.
- Berechnung und Anzeige der empfundenen Temperatur (Windchill-Äquivalent-Temperatur).
- Taupunkte, diese werden für jeden der neun Temperatur-/Feuchtefühler getrennt berechnet.
- Luftdruck, wahlweise in hPa oder mm
- Luftdruck-Tendenzanzeige (gleichbleibend, steigend, stark steigend, fallend, stark fallend)
- Grafische Anzeige der Luftdruckveränderungen der letzten 24 Stunden
- Symbolanzeige für Wettervorhersage (Sonne, heiter, stark bewölkt, Regen)
- Windgeschwindigkeit, wahlweise in

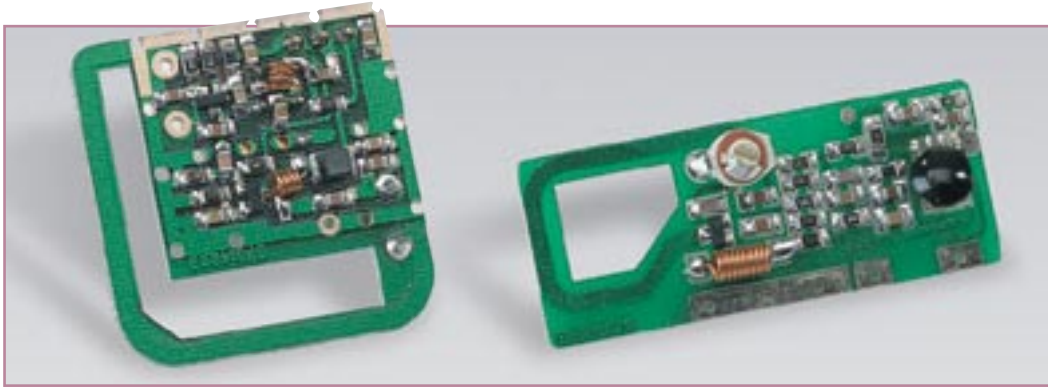
- Integrierte Funkuhr für die exakte zeitliche Zuordnung der Meßwerte
- Speicherung der Minimal- und Maximal-Meßwerte für sämtliche Sensoren mit zugehöriger Zeit- und Datumsangabe

Alle wichtigen Wetterinformationen erscheinen gleichzeitig auf dem LC-Display (Abbildung 6), so daß zur Erfassung der Wetterlage keine Bedienung des Gerätes erforderlich ist. Lediglich bei der Nutzung der enormen Vielfalt an Sonderfunktionen werden die 10 unterhalb des Displays angeordneten Tasten benötigt.

Besonders vorteilhaft ist auch die Möglichkeit, beliebig viele Anzeigestationen und auch das PC-Funkt-Interface gleichzeitig zu betreiben, da die Meßdaten aller Sender des WS 2000-Systems im Rahmen ihrer Reichweite überall im Haus zur Verfügung stehen.

**Bild 6:** Das Display der WS 2000 zeigt alle wichtigen Wetterinformationen gleichzeitig an.





**Bild 7: Tausendfach bewährt - LPD-Sender und -Empfänger von ELV, auch im WS 2000-System eingesetzt.**

### Alle Daten kommen per Funk

Wie gesagt, alle Daten gelangen per LPD-Funk (434MHz-Bereich) über eine Entfernung bis zu 100 m zur Anzeigestation (Basisgerät). Diese sogenannte Freifeldreichweite wird unter idealen Bedingungen, d. h. ohne störende Hindernisse erreicht (quasi bei freier Sicht zwischen Sender und Empfänger, d. h. ohne dazwischenstehende Hindernisse wie Wände u. ä.). Da das WS 2000-System von der Konzeption her für den „Hausgebrauch“ entwickelt wurde, sehr wohl unter Einbeziehung der professionellen Ausführung sämtlicher Komponenten, so erscheint die Reichweite von 100 m sehr großzügig dimensioniert. Bedenkt man jedoch, daß gerade bei sehr hohen Frequenzen (so auch bei 434 MHz) Decken, Wände und sonstige Hindernisse erhebliche Einschränkungen in der Reichweite bedeuten, so ist die Leistungsfähigkeit der hier eingesetzten hochwertigen Funkübertragungsstrecken von ELV durchaus angemessen, denn ein Abstand vom Dach bis zum Wohnzimmer von vielleicht 10 m muß auch noch zuverlässig überbrückt werden, wenn dazwischen eine Betondecke, eine Holzdecke

sowie Dachziegel nebst alubeschichteter Unterkonstruktion liegen. Gerade auch stark bewehrte Betondecken und metallbeschichtete Isolierungen können die Reichweite von Funkstrecken ganz erheblich einschränken. Herkömmliche Preiswert-Funkthermometer, deren Reichweite oftmals im Freifeld schon bei 20 m endet, haben hier kaum mehr eine Chance des Verbindungsaufbaus.

Hier zeigt sich die Souveränität der 434MHz-Funkstrecken von ELV. Rückgrat der Funk-Datenübermittlung ist das inzwischen 100.000fach (!) bewährte und ausgereifte ELV-Telemetrie-System der HFS-Reihe, das als eines der übertragen sichersten und reichweitenstärksten Systeme am Markt gilt. Es besteht zum einen aus äußerst kompakten Sendebausteinen, die die Daten der Sensorprozessoren in festgelegten Intervallen aussenden und zum anderen aus einem leistungsfähigen Empfänger, der kurze (ca. 200 ms) Datentelegramme sehr zuverlässig aus den 434MHz-Funksignalen herausfiltert.

Für eine besonders sichere Datenübertragung und Signalaufbereitung wurde speziell und exklusiv für diese Anwendung von einem der großen europäischen IC-Hersteller ein vollkommen neuer Chip ent-

wickelt, der, eingesetzt in den ELV-Funkempfänger, neben der Datenaufbereitung für eine ausgesprochen geringe Stromaufnahme sorgt. Der monolithisch integrierte Chip wird aus Platzgründen direkt auf die Leiterplatte gebondet, wobei die Verbindungen zwischen dem Silizium-Chip und der Leiterplatte mit hauchfeinen Golddrähten hergestellt werden, um anschließend das Ganze zu verlacken - ein Verfahren, das in der Großserienfertigung heute zum Standard gehört.


In Abbildung 7 sind solche Sender und Empfänger zu sehen, die auch in anderen Telemetrie-Sendesystemen von ELV zum Einsatz kommen.

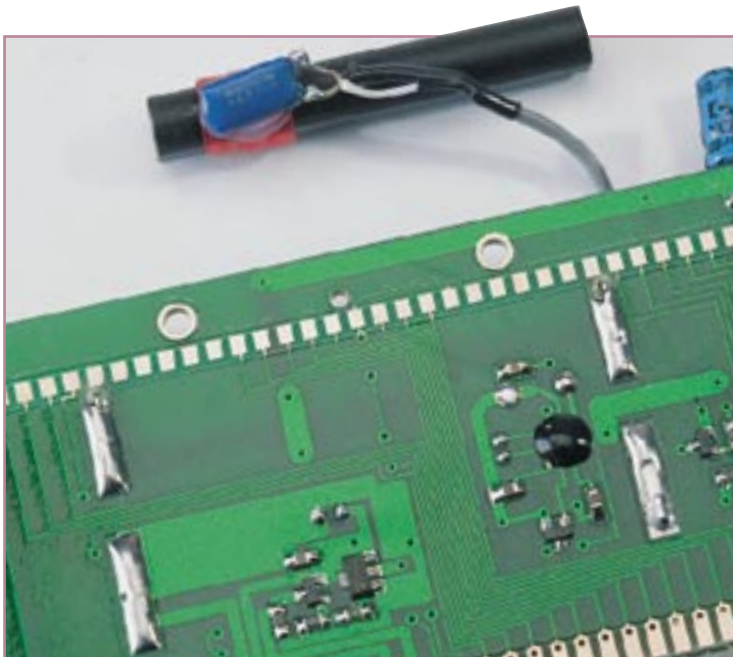
Die Datenübertragung erfolgt im festgelegten Zeitraster, d. h. die Sensoren übermitteln ihre Meßdaten in Abständen von ca. 3 Minuten. Um „Schwebungen“ (im vorliegenden Fall sind hiermit dauerhafte Überlappungen von 2 Sendern gemeint) zu vermeiden, sind die Zeitraster der verschiedenen Sender geringfügig unterschiedlich, jedoch in sich absolut konstant.

### Zeitbasis DCF 77

Um langfristig zeitbezogene Daten erfassen zu können, muß die Wetterstation zuerst eine exakt arbeitende Uhr bieten, deren Daten dem verarbeitenden Mikroprozessor zur Verfügung stehen. Routinemäßig kam hierfür eigentlich nichts anderes in Frage als ebenfalls ausgereiftes Uhren-Equipment einzusetzen - eine DCF77-Funkuhr. Die eigentliche Empfangsperipherie erstreckt sich auf bekannte und bewährte ELV-Technik, Platz nimmt das Ganze zudem ebenfalls kaum ein (Abbildung 8, Detailfoto), also was liegt näher?

So verfügt die Wetterstation WS 2000 über eine atomgenaue Zeit, um die Sie sich ebenfalls kaum einmal kümmern müssen, dazu gibts Datum, Schaltjahr, Sommer-/Winterzeit-Umstellung automatisch.

Im zweiten Teil des Artikels stellen wir ausführlich die umfangreiche Sensortechnik der WS 2000 vor und werfen einen detaillierten Blick auf die Technik und die Arbeitsweise der Wetterstation. 



**Bild 8: Ebenfalls vielfach bewährt - empfangsstarke DCF77-Technik.**