

# **Analyse der Gefährdung der Region Krems an der Donau durch das Auftreten von Großtromben (Tornados)**

**bezogen auf vorhandene torDACH Daten, Auswertung von  
Tornadomeldungen und die geographischen sowie  
meteorologischen Begebenheiten**

*erstellt von Mortimer M. Müller (SKYWARN Austria)*

*in Zusammenarbeit mit*

*Herfried Eisler (SKYWARN Austria)  
Robert Simlinger (Freiwillige Feuerwehr Krems/D.)  
Feuerwehren aus dem Bezirk Krems/D.  
Forstverwaltungen aus dem Bezirk Krems/D.*

## Inhalt:

Seite 2-4	Grundlagen und Stärkebestimmung von Tornados
Seite 4-5	Entstehung von Tornados
Seite 5	Superzellen
Seite 5-6	Allgemeine Eigenschaften von Tornados
Seite 6-9	Tornados in Österreich
Seite 9	Tornadofälle aus der Region Krems/D.
Seite 10-11	Grundlagen der vorliegenden Analyse
Seite 11	Geographische Betrachtung der Region Krems
Seite 11-14	Meteorologische Begebenheiten im Raum Krems/D.
Seite 14	Gefährdung durch Tornados im Bereich des westlichen Tullnerfeldes
Seite 15	Möglichkeiten und Maßnahmen zur Gefahrenreduktion
Seite 16	Abschließende Zusammenfassung und Erkenntnisse
Seite 17	Beilagenauflistung, Quellen, Kontakt

# 1. Tornados

## 1.1. Grundlagen und Stärkebestimmung von Tornados

Anfangs ist es wichtig eventuellen Fehleinschätzungen bzw. Irrtümern vorzubeugen: Es GIBT Tornados in Österreich! Vermutlich beträgt die jährliche Anzahl an Großtromben (die europäische Bezeichnung für Tornados) in Österreich rund 10 – mit einer jährlichen etwa 50%igen Schwankung nach oben und unten (resultiert vor allem aus der jährlichen Anzahl an „Superzellen“, 2003 etwa relativ hoch bei über 50 Stück).

Warum ist nun in Österreich nie von Tornados oder Großtromben die Rede?

Dies hat verschiedene Gründe:

- Wenn Tornados überhaupt als solche erkannt werden (was nur in rund 10% der Fälle geschieht) werden diese lediglich als „Windhose“ bezeichnet – eine meteorologisch zwar korrekte, aber im allgemeinen Sprachgebrauch widersprüchliche Bezeichnung; so werden etwa auch harmlose „Staubteufel“, die an heißen, windarmen Hochsommertagen zuweilen über trockenen Wiesen und Feldern zu sehen sind (meistens nur ein, zwei Meter breit und nicht viel höher) mit „Windhose“ beschrieben, obwohl diese mit den tatsächlichen Tornado-Windhosen nichts gemeinsam haben!

- Noch immer herrscht in Österreich der Irrglauben, dass „Windhosen“ und Tornados etwas völlig anderes sind, da „Tornados die schlimmen Wirbelstürme aus den USA sind, die es bei uns aber nicht gibt!“. Jedoch ist aus meteorologischer Sicht zwischen Tornados in den USA und Österreich kein Unterschied – auch nicht in der Stärke!!! Der Unterschied liegt in der Anzahl! Was bedeutet: in den Vereinigten Staaten von Amerika gibt es pro Jahr mehr als 1000 Tornados, davon sind die meisten schwach, einige mäßig und nur etwa eine Großtrombe wirklich verheerend (wobei genau diese dann in den Medien lang und breit getreten werden); legt man dies um auf Österreich, wo jedes Jahr, wie gesagt, nur etwa 10 Tornados auftreten, gibt es der Wahrscheinlichkeit nach nicht einmal alle 100 Jahre einen ähnlich vernichtenden Tornado wie im Schnitt einmal jährlich in den USA – dies hat aber nichts mit einem Unterschied der Tornados, sondern nur mit der absoluten Zahl derselben zu tun!

- Ein großer Teil der Bevölkerung weiß auch nicht, dass es überhaupt Tornados in Österreich gibt! Noch dazu, wo es kaum Foto- oder Bildmaterial von solchen Ereignissen gibt (ein Manko, worin dringend Aufholbedarf besteht!).

- Die Bezeichnung „Tornado“ wird grundsätzlich in den Medien vermieden, vermutlich um nicht „unnötige Hysterien“ hervorzurufen. Gerade hier ist zu bedenken, dass manche Gebiete in Österreich bezogen auf Tornados als äußerst gefährdet eingestuft werden müssen – weshalb es dringend notwendig wäre, dem Tornado den Mythos zu nehmen sowie die Tatsache der durchaus relevanten Gefährdung an die Bevölkerung weiterzugeben.

### Was ist nun ein Tornado?

Laut allgemein üblicher Definition wird eine Großtrombe durch „eine vertikale, rotierende Luftsäule, deren Rotation sich von einer „Mutterwolke“ bis zum Erdboden erstreckt“ bezeichnet. Dies bedeutet in der Regel einen einzelnen, dünnen „Wolkenrüssel“, der von einer heftigen Gewitterzelle (in der Regel der sog. Superzelle) herausragt und sich als „Schlauch“ bis zum Erdboden fortsetzt. Wenn die Wirbelwirkung bis zum Erdboden hin spürbar ist bzw. Schaden anrichtet, handelt es sich bereits um einen Tornado.

Allerdings kann die Form und Gestalt eines Tornados sehr variieren. Etwa sind mehrere Tornadorüssel gleichzeitig (in diesem Fall ein sog. Mehrfachwirbeltornado) möglich, ebenso ein Tornado der mehr breit als hoch zu sein scheint (der sog. „Keil“) oder auch eine Großtrombe deren rotierende Trichterwolke nicht oder nur teilweise sichtbar ist – bedingt

dadurch, dass hier der Wasserdampf nicht kondensiert bzw. keine extensive Verdunkelung des Saugtrichters durch Staub / Trümmer stattfindet und sich somit kein sichtbarer Wirbel ausbildet, sondern nur die Rotation an der Wolkenunterseite bzw. direkt am Erdboden zu Tage tritt (besonders gefährlich, da für einen Laien praktisch nicht erkennbar) – manchmal ist die Großtrombe auch komplett von Regen bzw. Hagel umhüllt und deshalb mit dem bloßen Auge zuweilen nicht zu sehen.

Zur allgemeinen Bestimmung der Stärke eines Tornados wird die sogenannte „Fujita-Skala“ (benannt nach dem bedeutenden Tornadoforscher Tetsuya T. Fujita – reicht von F0 bis F5 bzw. F6) sowie die „Torro-Skala“ (eine aus Italien stammende Stärkebestimmung für Großtromben – von T0 bis T11 bzw. T12) herangezogen. Dabei löst die Torro-Skala doppelt so fein auf wie die Fujita, in Europa kommen beide Skalen parallel zur Anwendung. Die nächste Abbildung zeigt die Fujita- und Torro-Skala untereinander aufgeschlüsselt, mit den zu erwartenden Windgeschwindigkeiten und Schäden:

	Signifikant (significant)											
	Schwach (weak)				Stark (strong)				Verheerend (violent)			
	F0		F1		F2		F3		F4		F5	
Fujita												
TORRO	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11
$v$ in $\text{ms}^{-1}$	17 – 25	25 – 33	33 – 42	42 – 51	51 – 61	61 – 71	71 – 82	82 – 93	93 – 105	105 – 117	117 – 130	130 – 143
$v$ in $\text{km h}^{-1}$	$76 \pm 14$	$104 \pm 14$	$135 \pm 16$	$167 \pm 16$	$202 \pm 18$	$238 \pm 18$	$275 \pm 20$	$315 \pm 20$	$356 \pm 22$	$400 \pm 22$	$445 \pm 23$	$491 \pm 23$
$\Delta v$ in $\text{ms}^{-1}$	8	8	9	9	10	10	11	11	12	12	13	13
$S_{\text{strukt}}$ in %	0.05	0.10	0.25	0.80	3.0	10.0	30.0	90.0	100	100	100	100
$S_{\text{materi}}$ in %	0.01	0.05	0.10	0.25	0.80	3.0	10.0	30.0	60.0	80.0	90.0	95.0

Dabei gilt:

F0 bzw. T0/T1 (<120km/h) sind im Allgemeinen kaum mit Schäden verbunden – einige Dachziegel bzw. Äste oder morsche Bäume können bei bis zu 120km/h dennoch fallen; der Aufenthalt im Freien ist durch besagte Trümmer und Sturmböen um 110km/h, die einen stehenden Menschen durchaus umwerfen können bereits als lebensgefährlich einzustufen!

F1/T2 (bis 150km/h) vermag bereits verstreut Bäume abzureißen bzw. zu entwurzeln; im Inneren von Fahrzeugen ist man im allgemeinen noch geschützt – solange nicht etwa ein Baum direkt auf das Auto fällt.

Zusatz: Windspitzen über 140km/h treten in Österreich fast nur bei Downbursts und eben Tornados auf, selbst Orkantiefs von der Nordsee erreichen selten diese Stärke (richten aber dennoch oft enormen Schaden an und sind trotz nur rd. 120km/h absolut lebensgefährlich – bewegen sich aber, wie gesagt, nur am unteren Ende der Intensitätsskala von Tornados...

F1/T3 (bis 180km/h) kann verbreitet Bäume fällen oder zerrupfen, Dächer werden z.T. mit Sparren abgetragen. Der Aufenthalt im Freien ist absolut lebensgefährlich, der Schutz in Fahrzeugen nur noch bedingt gegeben.

Ab der Grenze F1/F2 ist auch in Fahrzeugen kein zuverlässiger Schutz mehr geboten – durch verbreitet fallende Bäume und Trümmer, sowie die Gefahr, dass der Tornado den

PKW von der Straße drückt, kann es auch im Fahrzeug lebensgefährlich werden – Sicherheit bietet bei dieser Stärke nur noch das Innere von Häusern – abseits etwa von Fenstern und Dachböden.

F2/T4 (bis 215km/h) In Wäldern entstehen bei Windspitzen knapp über 200km/h regelrechte Schneisen (z.T. absolut), Häuser werden weitgehend abgedeckt, Scheunen und andere Leichtbauten können zerstört werden

F2/T5 Windspitzen bei 250km/h erzeugen absolute Schneisen in Wäldern; PKW können angehoben und davon geschleudert werden; Leichtbauten zerstört, massive Häuser komplett abgedeckt.

F3/T6 Bei bis zu 290km/h stürzen teilweise bereits Zwischenmauern in massiv gebauten Häusern ein; Anbauten werden komplett zerstört; Autos verwandeln sich in Geschosse

F3/T7 (bis 330km/h) Die „Schmerzgrenze“ für die Stärke bei Tornados; in Österreich in den letzten hundert Jahren vermutlich nur zwei oder dreimal erreicht; hier können auch massive Häuser z.T. bereits einstürzen; keine wirkliche Sicherheit im Inneren von Gebäuden mehr gegeben! Schwere sekundäre Schäden durch fliegende Trümmer.

F4/T8 (bis 370km/h) Ab dieser Stärke können auch massive Ziegelbauten komplett zerstört werden – somit besteht hier auch in Gebäuden absolute Lebensgefahr!! Schutz findet man nun nur noch in Kellern oder abgeschlossenen Räumen in Stahlbetonbauten.

Das Auftreten eines F4 in Österreich innerhalb der nächsten 50 Jahre wäre möglich, ein Tornado der F5 Klasse erscheint jedoch in absehbarer Zukunft eher unwahrscheinlich. F3-Tornados treten jedoch etwa alle zwei bis drei Jahre auf, F2 sind jedes Jahr dabei.

## **1.2. Die Entstehung von Tornados**

Hierbei soll nur ein Überblick über die Entstehung gegeben werden. Details sind in entsprechender Fachliteratur nachzulesen.

Grundsätzlich weiß man über die tatsächliche Entstehung von Tornados wenig. Warum gerade aus dieser und nicht aus jener Superzelle ein Tornado gebildet wird, ist oft nach wie vor ein Rätsel.

Einige Erkenntnisse gelten jedoch nach langjähriger Forschung als erwiesen:

-) der größte Teil der Tornados entsteht aus Superzellen – das sind besonders langlebige Gewitter, die ein zentrales, rotierendes Aufwindfeld besitzen, der „Mesozyklone“; durch diese Rotation bedingt, sind bereits wichtige Grundvoraussetzungen für die Entstehung von Tornados gegeben.

-) eine Superzelle bedeutet jedoch noch lange nicht, dass sich auch ein Tornado bildet – nur etwa 10% aller Superzellen erzeugen zumindest eine Großstrome mit Bodenkontakt.

-) vermutlich spielt die lokale Verwirbelung an Hügeln, aufsteigende Warmluft u.ä. eine wichtige Rolle bei der Entstehung von Tornados, jedoch ist die Erforschung in dieser Richtung aufgrund der Kurzfristigkeit und Kleinräumigkeit der Ereignisse äußerst schwierig – hierbei hält man sich an vorhandene Statistiken über das lokale Auftreten von Tornados und zieht damit Rückschlüsse auf deren mögliche Ursachen.

Eine allgemeine Erklärung zur Bildung von Tornados ist etwa wie folgt:

Lokale Fallwinde bzw. kleinräumige Verwirbelungen induzieren eine Komprimierung und

Beschleunigung der Rotation des sich drehenden Aufwindfeldes der Superzelle. Dieser Wirbel dehnt sich schließlich bis zum Erdboden hin aus. Sobald die Rotation von der Superzelle bis zum Erdboden reicht und sich dort durch einen Wirbel oder auch nur rasche Windrichtungsänderung bemerkbar macht, handelt es sich um einen Tornado.

Auf der Nordhalbkugel rotieren Tornados zumeist entgegen dem Uhrzeigersinn – bedingt durch die sog. Corioliskraft, die bewegte Objekte desto schneller werden lässt, je südlicher sie liegen (bis auf Höhe des Äquators, dann wirkt sich dieser Effekt genau in die Gegenrichtung aus). Vor allem auf Superzellen hat dieser Effekt einen spürbaren Einfluss.

### **1.3. Superzellen**

Sind in der Regel die heftigsten Gewitter. Der größte Unterschied zu normalen Gewittern besteht in ihrem Aufwindfeld. Während andere Zellen ein oder mehrere Auf- Abwindpaare besitzen, die sich allerdings alle NUR IN EINE RICHTUNG bewegen, d.h. etwa gerade auf das Gewitter zu (Aufwind), oder gerade von der Zelle weg (Abwind), ist der Aufwind bei Superzellen rotierend und dreht sich - zumeist gegen den Uhrzeigersinn - im Kreis. Dieses Phänomen nennt man Mesozyklone (im „Chaserlatein“ auch „Meso“). Dabei können die Windgeschwindigkeiten in dieser Mesozyklone über 100 m/s (!) betragen. Oft sind Superzellen Erzeuger von großem Hagel, Tornados und/oder Downbursts.

Durch die Mesozyklone kann sich die gesamte Zelle zu drehen beginnen, sie rotiert und vermag sich durch diesen Umstand um einiges länger halten als normale Gewitter.

Im Aufwindfeld, der Mesozyklone, regnet es normalerweise nicht (die sogenannte regenfreie Basis), oder nur leicht, während der Niederschlag zumeist im Norden der Zelle am stärksten ist, wo nicht selten Hagel über 2cm auftritt. An der Grenzschicht zwischen Auf- und Abwindfeld treten die höchsten Turbulenzen auf. Hier ist die Bildung von Downbursts am wahrscheinlichsten. Auch Tornados können dort auftreten.

Großtromben entstehen bei Superzellen allerdings meist aus der sogenannten „Wallcloud“, einer trichter- bis kreisförmigen Wolke, die in der Regel aus der regenfreien Basis als „Fortsatz“ herausragt. Diese Wallcloud ist zumeist zwischen ein und sechs Kilometer breit und nähert sich dem Erdboden oft auf wenige hundert Meter. Aus dieser rotierenden Wolke (man erinnere sich daran, dass wir uns in einer Mesozyklone befinden) kann nun ein schmaler, rotierender zwischen 10 und 2000 Meter breiter Wolkenrüssel herauswachsen. Wenn dieser den Boden berührt, handelt es sich um einen Tornado.

Wie bereits erwähnt produzieren in der Regel nur etwa 10% aller Superzellen zumindest einen Tornado, jedoch kann auch die Situation eintreten, dass eine Superzelle durch ihre lange Lebensdauer von nicht selten mehreren Stunden, einige Tornados hervorbringt, sogenannte „Tornado-Familien“. Prinzipiell kann man davon ausgehen, dass in rund 30 bis 50% aller Fälle aus einer Superzelle, die bereits einen Tornado produziert hat, zumindest ein weiterer Tornado entsteht.

Wenn es zur Bildung einer Wallcloud oder sogar rotierenden Trichterwolke kommt, ist auf jeden Fall Vorsicht geboten. Tornados vermögen nämlich innerhalb von Minuten oder sogar nur wenigen Sekunden zu entstehen!

### **1.4. Dauer, Zugbahn/-länge, Zuggeschwindigkeit und Ausdehnung von Tornados**

In vielen Fällen ist die Dauer, Länge der Zugbahn und Ausdehnung eines Tornados um so größer/länger, je heftiger der Tornado ist.

Beispielsweise haben F0 Tornados oft nur eine Breite von 10-20 Meter, sind dünn und fasrig in ihrer Gestalt, leben selten länger als ein, zwei Minuten und haben zumeist weniger als einen Kilometer lang Bodenkontakt.

Dagegen können F5 Tornados mehrere Kilometer Ausdehnung besitzen, sich zwei, drei

Stunden, oder sogar noch länger, halten und Hunderte Kilometer weit ziehen.

Jedoch muss dazu gesagt werden, dass dies Richtlinien sind. In rund 30% aller Fälle trifft dies nicht zu. Etwa sind genauso Tornados mit nur 20 Meter Breite aber Windgeschwindigkeiten über 300km/h möglich, wie 500 Meter breite Großtromben, die gerade mal F1 Stärke erreichen.

Bei der Intensitätsverteilung eines Tornados sollte man sich also eher nach der Kompaktheit des Trichters, eventuellen weiteren Wirbeln (sog. „Saugwirbel“, die in der Regel besonders heftige Tornados begleiten) sowie nach dem vorhandenen Trümmerflug richten.

#### Begriffserklärungen:

Die *Dauer* eines Tornados bezeichnet die Zeit, die vom ersten Bodenkontakt bis zum endgültigen Verlassen der Erdoberfläche verstreicht (dabei sind aber auch „Sprünge“ der Großtrombe möglich – dies gilt jedoch bei jedem neuen Bodenkontakt NICHT als neuer Tornado! Erst die Neubildung der Trichterwolke wäre ein neuer Tornado!

Die *Zugbahnlänge* ist entsprechend dazu die zurückgelegte Wegstrecke.

Die *Zugbahn* eines Tornados kann schnurgerade und ohne Unterbrechungen sein, genauso aber Kurven und „Löcher“ aufweisen (wenn der Tornado kurzzeitig den Erdboden verlässt), sogar plötzliche 90° Wendungen oder mehr sind möglich, wenn auch selten.

Die *Zuggeschwindigkeit* kann zwischen Schrittempo und über 120km/h liegen; dabei ist zu beachten, dass bei Tornados die entgegen dem Uhrzeigersinn rotieren (auf der Nordhalbkugel), die Windgeschwindigkeiten auf beiden Seiten des Tornados erheblich von einander abweichen können – etwa bei einer Zuggeschwindigkeit von 100km/h und einer Windgeschwindigkeit in der Trichterwolke von 150km/h ergeben sich (wenn man den Tornado auf sich zukommen sieht) auf der linken Seite 250 Stundenkilometer, während es rechts lediglich 50 (!) km/h sind. In diesem Fall sollte man sich verständlicherweise von der linken Seite möglichst fernhalten. Rotiert ein Tornado im Uhrzeigersinn (rd. 10% aller Fälle auf der Nordhalbkugel), ist die Windgeschwindigkeit wiederum rechts deutlich niedriger.

Die *Ausdehnung* von Tornados ist sicherlich die am schwersten definierbare Maßeinheit. Etwa stellt der sichtbare Teil des Tornados – der eigentliche Wolkenschlauch, der ja ebenso völlig unsichtbar sein kann – nicht unbedingt die komplette Ausdehnung des Tornados dar. Besonders bei heftigeren Tornados (in der Regel ab F2) kann sich die sog. „Saugzone“ – das Gebiet, aus dem der Tornado Luft ansaugt, bis in zwei Kilometer Entfernung zu der eigentlichen Trichterwolke erstrecken. In diesem Fall besteht schon hier die Gefahr von fliegenden Trümmern, heftigen Windböen u.ä.

Die Breite eines Tornados rangiert etwa zwischen 10 und 3000 Metern, kann also erheblich schwanken (auch während der Lebenszeit der Großtrombe). Die sichtbare, vertikale Ausdehnung reicht von nur 100 Metern bis zu mehreren Kilometern (je nach Wetterlage, Wolkenuntergrenze...), dabei muss aber auch bedacht werden, dass sich die Rotation oft noch Kilometer innerhalb der Wolke nach oben hin fortsetzt.

### 1.5. Tornados in Österreich

Wie bereits erwähnt, gibt es nach der aktuellen Skywarn Austria Schätzung im Schnitt 10 Tornados in Österreich pro Jahr. Dabei können nach der Normalverteilung von Großtromben etwa jeweils fünf F0, vier F1 sowie zwei F2 angenommen werden. Ein F3 tritt, wie bereits oben erwähnt, alle zwei bis drei Jahre auf, ein möglicher F4 müsste der Statistik nach ein zehnjähriges Ereignis sein, jedoch scheint dies aus verschiedenen Gründen – vor allem orthographischen – eher unwahrscheinlich. Vermutlich dürfte besagter F4 ein etwa 30 oder sogar 50 jähriger Vorfall sein, jedoch sind in dieser Hinsicht die vorhandenen Daten und Analysen sehr spärlich, wodurch für Tornados ab der Stärke F4 in Österreich keine gesicherten Voraussagen gemacht werden können.

Allgemein treten Tornados bei uns vor allem an geographischen Schnittpunkten bzw. in weitläufigen Tälern / Becken auf; d.h. etwa beim Übergang vom Hügel- zum Flachland - im Bereich des Donau-Tales, am Alpenostrand im Bereich des Wiener Beckens, beim Übergang vom Gebirgsland der Obersteiermark ins steirische Hügelland, weiters etwa im Tullner und Klagenfurter Becken.

Es sind diese Schnittpunkte bzw. geographischen Gegensätze die die Bildung von Tornados begünstigen – was bedeutet: es sind diese Regionen, die besonders gefährdet sind!

#### a) Zeitpunkt

Wie sich aus den vorhandenen torDACH Daten herauslesen lässt, treten die meisten Tornados in den Monaten Juni bis Ende August auf, mit dem Spitzenwert im Juli. Jedoch selbst in den Wintermonaten sind Tornados – wenn auch unwahrscheinlich – möglich.

Der Tageszeitpunkt des häufigsten Auftretens von Tornados geht einher mit der Tagesspitzentätigkeit von Gewittern – von 15:00 bis 19:00 mit einem Spitzenwert um 17:00. Jedoch auch in den Nacht- und Morgenstunden wurden bereits Tornados registriert.

#### b) allgemeine Daten

Nach Auswertung der verfügbaren Daten zu Tornados in Österreich, sind einige Charakteristiken zu erkennen (z.T. bereits weiter oben beschrieben). Im Mittel beträgt etwa der Durchmesser von Großtromben in Österreich 50 bis 100 Meter, bei einer mittleren Zuggeschwindigkeit um 50km/h.

Durch die Auswertung der torDACH Daten ist es sogar möglich für die einzelnen Fujita-Stärken charakteristische Mittelwerte zu definieren (die Anzahl der Toten und Verletzten aus Österreich bezieht sich auf vorhandene und bestätigte Daten des torDACH Archivs):

<b>FUJITA-SKALA</b>	<b>DAUER <i>Mw</i></b>	<b>ZUGBAHNLÄNGE <i>Mw</i></b>	<b>ANZAHL / JAHR <i>Mw</i></b>	<b>Tote (T) und Verletzte (V) insgesamt bisher</b>
F0	2min	<1km	5	0
F1	5min	3km	4	4T / 13V
F2	10min	7km	2	1T / 24V
F3	20min	15km	0,4	33T / 345V

Zum einen fällt hierbei auf, dass F0 Tornados generell wohl kaum gefährlich sind, obwohl der Aufenthalt im Freien dennoch vermieden werden sollte.

Zum anderen sticht die erschreckend hohe Zahl an Toten und Verletzten durch F3 Tornados ins Auge; dabei muss angemerkt werden, dass 32 Tote und über 300 Verletzte von nur einem einzigen Tornado stammen: 1916 in Wr. Neustadt; dabei zog ein starker F3 eine Schneise der Verwüstung durch den Nordteil der Stadt.

Der gleiche Tornado könnte heute die fünffache oder sogar noch höhere Opferbilanz verursachen, da Wr. Neustadt mittlerweile im Vergleich zu 1916 deutlich an Ausdehnung gewonnen hat und der Tornado 1916 die Stadt im Grunde nur gestreift hat.

Auffallend ist auch, dass bereits ein F1 Tornado absolut lebensgefährlich sein kann – geschehen nur wenige Jahr nach dem Vorfall in Wr. Neustadt in der Stadt Salzburg; dabei kamen mindestens drei Personen ums Leben.

Dies zeigt, dass bereits ein verhältnismäßig schwacher Tornado mit rund 160km/h und Zugbahn durch ein Dorf / eine Stadt Lebensgefahr bedeutet. In den letzten Jahren ist dies mehrmals vorgekommen. 2001 genau so wie 2002; 2003 waren sogar drei Großstädte (Wien, Graz & Krems/D.) betroffen, insgesamt gab es in diesem Jahr vermutlich sieben durch F1-Tornados verletzte Menschen.

Die im Verhältnis zu F1 und F3 relativ geringe Zahl an Toten und Verletzten bei F2 lässt sich damit erklären, dass bislang durch einen glücklichen Zufall keine Großtrombe mit dieser Stärke durch eine größere Ortschaft oder Stadt gezogen ist. Erst am 29. August dieses

Jahres zog ein F2 Tornado nur wenige Kilometer südlich von Graz vorbei, während gleichzeitig eine im Verhältnis dazu „schwache“ F1 Trombe die Innenstadt traf.

### c) Bildung

Wie auch in den USA bildet sich der größte Teil der Tornados in Österreich aus Superzellen. Diese gewaltigen Gewitter können bei verschiedenen Wetterlagen entstehen, wenn folgende Punkte gegeben sind:

- ) genügend Labilität
- ) Feuchte der Atmosphäre
- ) eine brauchbare Windscherung (Windrichtungsänderung mit der Höhe)

Dies kann sowohl bei Hochdruckwetterlagen der Fall sein, wenn durch lokale Überhitzung ein „Wärmegewitter“ entsteht, als auch vor oder bei Durchgang einer Kaltfront. Sogar im Zuge einer Warmfront können sich Superzellen bilden.

Hierbei sei auch noch erwähnt, dass nicht alle Tornados aus Superzellen entstehen. Sogenannte „non-supercell-tornados“ können sich aus einfachen Haufenwolken (vor allem Wasserhosen = Tornados über dem See/Meer) oder Böenfronten entwickeln. Jedoch sind diese Unterarten (bis auf Wasserhosen) in der Regel selten.

### d) Gefährdete Gebiete

Grundsätzlich gilt: Tornados können überall in Österreich auftreten! Jedoch gibt es Regionen (wie etwa das Hochgebirge), wo Großtromben sehr unwahrscheinlich sind, aus anderen Gebieten (wie etwa dem Waldviertel), liegen nur ungenügende Daten vor, welche die Vermutung nahe legen, dass es hier eine beachtliche Dunkelziffer an Tornadofällen gibt.

In Österreich dürften viele Tornados durch geographisch-meteorologische Begebenheiten entstehen; so ist etwa die südliche und östliche Steiermark vielleicht die durch Tornados gefährdetste Region in Österreich. Eine typische Tornadolage bezeichnet eine schwüle, labile Luftmasse vor einer Kaltfront. Dabei weht am Boden lebhafter Süd- bis Südostwind während in der Höhe bereits Westwind vorherrscht. Durch die direkte Zufuhr von feucht-warmer Luft aus der Mittelmeerregion, gleichzeitig aber über den Packsattel bzw. die Obersteiermark heranziehende Kaltfront, ergibt sich ein explosives Gemisch, das nicht selten langlebige, heftige Superzellen und dadurch immer wieder Tornados erzeugt.

Oft ziehen diese Tornado-Superzellen von Graz bis Fürstenfeld und dann weiter nach Ungarn, können auf ihrem Weg ein oder sogar mehrere Großtromben produzieren. Aus der Südoststeiermark gibt es auch die meisten Meldungen über F3 Tornados in Österreich. Nicht zu Unrecht gilt die SO-Steiermark als ein Hagelepizentrum in Europa – Hagel, der wiederum sehr oft von Superzellen produziert wird.

Die Region von Wien bis ins Mittelburgenland bietet oft ähnliche Bedingungen – vielleicht nicht ganz so „tropische“ Luftmassen wie in der Steiermark (feucht-warme Mittelmeerluft hat einen deutlich weiteren Weg zurückzulegen), dafür aber oft mit einer beachtlichen Scherung verbunden.

Das oberösterreichische Innviertel bzw. die Donauregion von Passau bis Amstetten ist vor allem durch aus Bayern heranziehende Superzellen und „Squallines“ (linienhaft organisierte Gewitter, die nicht selten ebenfalls Superzellen enthalten – vor allem am südlichen, aber auch nördlichen Ende) gefährdet; etwa die Region um Braunau, wo auch eine besondere Häufung an Tornadofällen anzutreffen ist.

Die Bodenseeregion von Vorarlberg ist auf Tornadofälle leider nur ungenügend untersucht. Dennoch scheint dieses Gebiet besonders durch Wasserhosen über dem Bodensee die aufs Festland ziehen gefährdet, das heurige Jahr hat aber auch gezeigt, dass ebenso

Superzellentornados auftreten können.

Das Klagenfurter Becken ist bedingt durch seine Trogtallage ebenso unwettergefährdet. Auch kann es hier zu ausgeprägter Scherung und Labilität kommen, wodurch Superzellen und damit Tornados möglich sind. Zudem sind auf den Kärntner Seen bei geeigneter Lage auch bereits Wasserhosen entstanden.

Das wahrscheinlich letzte besonders tornadogefährdete Gebiet in Österreich zieht sich vom westlichen Weinviertel bis hinunter in die Region um Krems an der Donau / Tullner Becken. Besonders aus dem nördlichen Teil dieses Gebietes gibt es relativ wenige Meldungen, während gerade die Region um Krems an der Donau aufgrund verschiedenster meteorologischer und geographischer Begebenheiten zu den durch Tornados gefährdetsten Gebieten in Österreich zählen dürfte.

## **2. Die Region Krems/Donau und seine Gefährdung durch Tornados**

### **2.1. Bestätigte Tornadofälle**

Im Jahre 2002 traten mindestens zwei Tornados im Bezirk Krems auf. Einer entstand im Zuge des schweren Hagelunwetters am 2. Juli zunächst als Wasserhose über der Donau; eine spätere Sichtung gibt es aus der Klomserstraße in Krems. Hierbei wurden Häuser abgedeckt und zahlreiche Bäume entwurzelt. Der zweite Tornado zog einige Wochen später eine Schneise in ein Waldstück bei Großmotten und beschädigte mehrere Hausdächer. Auch 2003 gab es wieder zwei Fälle – einen direkt in Krems, südlich des Sportplatzes, einen weiteren auf Höhe Gneixendorf, welcher das Dach der Reithalle Täuber abdeckte; hierbei ist vielleicht interessant zu erwähnen, dass beide Tornados an ein und dem selben Tag – nämlich dem 18. August – und nur in wenigen Minuten Abstand entstanden. Auch bemerkenswert ist, dass die beiden Tornados 2002 und 2003 in der Stadt Krems annähernd die gleiche Zugbahn und -Richtung aufwiesen – mit nur wenigen hundert Metern Unterschied sowie mit einer Ausrichtung jeweils etwa von Westsüdwest nach Ostnordost.

Aus dem Jahr 1998 gibt es eine weitere gesicherte Tornado Meldung westlich von Gars am Kamp, an der Grenze zum Bezirk Krems.

Andere, noch unbestätigte Tornadofälle aus den letzten Jahren, stammen aus Langenlois, Straß/Strassertale und dem Gebiet des Dunkelsteiner Waldes von Furth bis Oberbergern.

Vor 2000 wurde bei örtlichen Forstverwaltungen über eine unbestimmte Anzahl an „Windhosen“ - Ereignissen berichtet, die Schäden bzw. Schneisen in Wäldern hinterließen. Leider gibt es kaum Aufzeichnungen oder Fotos solcher Meldungen, weshalb es schwer ist diese zu verifizieren.

Dennoch dürfte es nach den Erkenntnissen der vergangenen Jahre, bzw. der Auswertung von vorhandenem Material im Schnitt etwa alle zwei bis drei Jahre zu einer Großstrombe im Großraum Krems kommen. Die Unsicherheit bei dieser Rechnung ist einerseits die hohe Aktivität 2002 und 2003, die wiederum durch aufmerksame Beobachtung und Analyse von Ereignissen zustande gekommen ist und eine um einiges höhere Anzahl vermuten lässt, andererseits die Ungenauigkeit im Bereich der vermuteten Dunkelziffer an Tornadofällen.

Beispielweise wurde dieses Jahr erst zwei Monate nach einem F2-Vorfall in Österreich, dieser durch Zufall von Skywarn Austria Spottern entdeckt; der besagte Tornado zog am 17. Juli wenige Kilometer südlich von Gmunden eine mehr als 2km lange, absolute Schneise in ein Waldstück auf einem etwa 900 Meter hohen Bergkamm. Obwohl diese Großstrombe mit Windspitzen bei über 200km/h die wahrscheinlich heftigste in diesem Jahr war, wurde sie, wie erwähnt, nicht in der Öffentlichkeit bekannt (wobei natürlich die Abgeschiedenheit der Lage eine Ursache sein könnte; trotzdem zeigt dieses Beispiel, dass es wahrscheinlich noch

weitere, unbekannte, aber vielleicht dennoch heftige Tomado-Fälle aus den vergangenen Jahren gibt, denen nie Beachtung geschenkt wurde).

Somit ist eine wichtige Aufgabe für die nächsten Monate und Jahre die möglichst lückenlose Dokumentation und Analyse von Tornadoereignissen in Österreich.

## **2.2. Grundlagen der vorliegenden Analyse**

Primär sei festgehalten, dass es sich hierbei nicht etwa um eine Magister- oder Diplomarbeit handelt; das heißt, es wird bewusst auf zu fachspezifische Abhandlungen und Formeln verzichtet, um auch einem Laien die wichtigsten Eckpunkte dieser Analyse zu verdeutlichen. Des weiteren erhebe weder ich, noch Personen, mit denen dieser Bericht abgestimmt wurde, die Behauptung, diese Analyse sei als „absolut“ zu betrachten. Dazu fehlen zugegebenermaßen die für solch eine umfangreiche Studie notwendigen Daten und ausführlichen meteorologischen Überprüfungen.

Dennoch ist diese Analyse von fachkundigen Personen nach bestem Wissen und Gewissen erstellt worden, bezieht sich aber, wie erwähnt, vor allem auf die Erkenntnisse der vergangenen zwei Jahre bzw. auf die aktuell bekannten meteorologischen Parameter.

Verständlicherweise könnten nun einige Fragen im Raum stehen:

- 1) Wie verlässlich sind solche kurzfristigen Beobachtungen?
- 2) Warum gibt es noch keine Analysen zu Tornadogefährdungen, wenn diese doch angeblich derart häufig vorkommen und eine reale Gefährdung darstellen?
- 3) Könnten die sich in letzter Zeit häufenden Tornadofälle nicht bloßer Zufall gewesen sein?

Zu Punkt (1) sei folgendes angemerkt:

Bislang hat es in Österreich vermutlich noch in keiner/m Stadt / Dorf innerhalb von zwei Jahre zwei unabhängige Tornados gegeben. Die Tatsache, dass dies nun in Krems/Donau der Fall war, beruht nicht zuletzt auf aufmerksamen Skywarn Austria Spotter in dieser Region, die jedoch erst seit 2002 aktiv nach Tornadoereignissen forschen. Dieses Jahr etwa, konnten wir bereits die mehr als doppelte Anzahl an Tornados im Vergleich zum Mittelwert vor 2000 verifizieren. Ob dies nur ein diesjähriger „Highpoint“ ist, wird sich zeigen, besonders wahrscheinlich erscheint es jedoch nicht, da mehr als die Hälfte der heurigen Tornados ohne unsere Nachforschungen nie zu Tage getreten wären. Zudem sei darauf hingewiesen, dass es bisher (mit wenigen Ausnahmen – etwa Alois Holzer von torDACH Österreich), keine Versuche gegeben hat, Tornadoereignisse zu dokumentieren sowie zu analysieren, geschweige denn, dass es Berichte hierüber in den Medien gegeben hätte.

Zu (2):

Das Problem ist, so schlimm es auch klingen mag, dass schon lange nichts mehr „ernstes“ geschehen ist; Schäden in Wäldern, an Fahrzeugen und Häusern gibt es jedes Jahr, auch Verletzte kommen annähernd jährlich vor. Jedoch hat es schon lange kein Ereignis wie 1916 in Wr. Neustadt gegeben, wo bekanntlich über 30 Menschen den Tod fanden. So traurig es ist, muss anscheinend wieder etwas ähnliches geschehen, bis die Verantwortlichen (hoffentlich) Reaktion zeigen.

Ein weiterer Grund ist die mangelnde Präsenz von Tornadoereignissen in den Medien – wen will man den warnen, wenn es niemanden interessiert und niemand davon weiß? Ganz im Gegensatz dazu etwa Hochwässer - oder auch andere Stürme, wie der schwere Föhnsturm im Herbst 2002.

Zudem gibt es, wie gesagt, kaum Aufzeichnungen darüber, und wenn, gelangen sie nur bedingt an die Öffentlichkeit, nämlich lediglich an Gruppen von Wetterinteressierten, wie die Organisation Skywarn Austria eine darstellt.

### Punkt (3):

Natürlich kann nie ausgeschlossen werden, dass solche Häufungen (und wie in diesem Fall über einen kurzen Zeitraum), auf besonders aktive Tornado-Jahre zurückzuführen sind. Jedoch erscheint dies nicht unbedingt realistisch (siehe Punkt 1). Dass allein durch aufmerksames Lesen und Beobachten im Jahre 2002 als auch 2003 jeweils 2 Tornados in einem Gebiet von wenigen hundert Quadratkilometern nachgewiesen werden konnten (eruiierend vor allem aus dem Kontakt mit der Freiwilligen Feuerwehr im Bezirk Krems/D.), ist als „Zufall“ nicht besonders glaubwürdig (auch wenn man dies mit bisherigen Daten vergleicht, die eine Tornadodichte von etwa 2 Großtromben pro Jahr und 10.000km<sup>2</sup> annehmen).

Wie bereits erwähnt nehmen wir von Skywarn Austria derzeit ungefähr 10 Tornados pro Jahr in Österreich an. Bezogen auf die hauptgefährdeten Gebiete gebe es dann im Schnitt in Oberösterreich, Niederösterreich und der südöstlichen Steiermark jährlich jeweils ca. drei Großtromben – mit einer regionalen Häufung an „Schlüsselstellen“, wie etwa dem westlichen Tullner Becken.

### **2.3. Geographische Betrachtung der Region Krems/D.**

Krems an der Donau liegt an der geographischen Grenze des Granit-Gneis Hochlandes der Böhmisches Masse und dem ehemaligen Überschwemmungsgebiet der Donau, dem Tullner Becken. Dabei fällt das Gelände von rund 400 MSL an einer Linie etwa Egelsee – Dross, auf etwa 200 MSL bei Mautern – Krems – Langenlois ab. Von Krems aus öffnet sich das Tullner Feld in einem spitzen Winkel nach Osten, bis auf eine Breite von ca. 15km mit einer gesamten Länge von an die 50km, was ein Gebiet von vielen hundert Quadratkilometern ergibt. Begibt man sich von Krems nach Süden, stößt man südlich der Donau auf die ebenfalls bis 400 MSL hohen Ausläufer des Dunkelsteinerwaldes, die sich bis etwa Traismauer ziehen. Nach Norden hin grenzt Krems an das sogenannte „Kremsfeld“, das mit rund 300 MSL eine Zwischenstufe zur Böhmisches Masse darstellt. Dieses Kremsfeld geht weiter nördlich auf Höhe Zöbing in den Manhartsberg über, der die offizielle Grenze zwischen Wald- und Weinviertel, Böhmisches Masse und Weinviertler Hügelland darstellt. Im Westen ist es im Zuge Jahrmillionen andauernden Kräftemessens zwischen dem Donaustrom und dem harten Gestein des Granit- und Gneishochlandes zu einer Teilung der Böhmisches Masse gekommen. Der sogenannte Dunkelsteinerwald, der ebenfalls noch der Böhmisches Masse angehört, wurde durch die Donau von der restlichen Hochebene getrennt, das Donauebiet von Melk bis Krems entstand – die Wachau.

Die Tatsache, dass die Wachau als schmales, eng begrenztes und an den Rändern steil aufragendes Tal auftritt, das sich praktisch unvermittelt zum Tullner Becken erweitert, ist für die Tornadoentstehung im Raum Krems wahrscheinlich von größter Bedeutung.

Die Eintrittsstelle der Donau ins Tullner Becken, das Tullner Feld an sich, und die Böhmisches Masse, sind in ihrem Zusammenspiel wahrscheinlich die entscheidenden Faktoren für die Tornadobildung in dieser Region.

### **2.4. Meteorologische Begebenheiten und Windverhältnisse im Bereich des westlichen Tullnerfeldes in Bezug auf die Entstehung von Tornados**

Da die tatsächlichen Wind- und Wetterverhältnisse wie überall auf diesem Planeten auch hier außerordentlich komplex gestaltet sind, will ich nicht versuchen, alle nur erdenklichen meteorologischen Wechselwirkungen zu beschreiben (was in einem solch kurzen Zeitraum auch nur schwerlich möglich wäre), sondern mich auf die wichtigsten Grundlagen

beschränken, welche ebenso einem Laien wie Fachgelehrten durchaus verständlich sein dürften.

Wichtig wäre zunächst einmal zu erwähnen, dass es zwei weitere Regionen in Österreich gibt, die ähnliche geographische und meteorologische Profile besitzen und demnach ähnlich gefährdet sein könnten; es sind dies die südöstliche Steiermark, die wahrscheinlich sogar das durch Tornados am gefährdetsten Gebiet in Österreich darstellt, sowie das südliche Niederösterreich und Mittelburgenland, also etwa die Region von Wien über Wr. Neustadt bis nach Mattersburg. In diesen Gebieten ist jedoch oft Windscherung durch Süd- bis Südostwind vorhanden, während in der Region Krems vermutlich andere Windverhältnisse das Potenzial für Tornados bringen.

Grundlegend gilt:

-) Krems selber ist in der Regel windarm; bedingt durch die Abschirmung an drei Seiten, sind etwa westliche Orkantiefs im Herbst, die sonst verbreitet zu schweren Schäden führen, in dieser Region eher unbedeutend; auch tritt bei Föhnlagen – wie erwähnt – der Süd- bis Südostwind nur schwach zu Tage. Am ehesten hat der Nordwind noch eine gewisse Angriffsfläche – dieser entsteht wiederum fast ausschließlich bei aus Norden eintreffenden Gewittern.

-) Das Tullner Becken hält im Gegensatz zu seiner Umgebung (z.B. Waldviertel, Wienerwald), oft über einen längeren Zeitraum gewitteranfällige Luftmassen (labile, bodennahe Warmluft), die bei entsprechender Anregung von außen sprunghaft in die Höhe gerissen oder angesaugt werden können.

-) Bedingt durch das Wachau-Tal, das bei Krems ins Tullner Becken mündet, ergibt sich auch ohne Gewitter eine gewisse Anfälligkeit für Donau- abwärtsgleitende kühlere Luftmassen, die auf Krems etwa aus Richtung Südwesten treffen. Im Allgemeinen sind sie zwar schwach, können sich jedoch bei geeigneter Wetterlage erheblich verstärken

-) Das Kamptal, das bei Langenlois ins Kremserfeld mündet, kann ebenfalls eine Luftzirkulation bewirken. Hier jedoch eine Strömung, die sich von Norden nach Süden bewegt und ebenfalls bei geeigneter Wetterlage verstärkt werden kann. Dabei weht der Hauptteil der Nordströmung das Kamptal nach Süden Richtung Hadersdorf und Etsdorf; Richtung Westen nach Gneixendorf hebt sich hingegen das Gelände um einige Dutzend Meter – dadurch kann allerdings wiederum von Gneixendorf ins Donautal nach Süden, also nach Krems, eine lokale Windbeschleunigung stattfinden – besonders gefährlich bei Gewittern, die aus dieser Richtung heranziehen.

Die beiliegende Grafik (BEILAGE1) soll nun das Zusammenspiel bei einer Tornadogefährlichen Wetterlage verdeutlichen und gleichzeitig auf die Möglichkeit anderer, nicht wirbelbedingter Starksturmereignisse hinweisen.

Die schwarzen Pfeile zeigen die jeweiligen Windrichtungen an; rot ist das Gebiet der primären Tornadogefährdung, orange die Region der sekundären Gefährdung (wobei dies nicht unbedingt heißt, dass weniger Tornados auftreten, sondern nur, dass die Ursache für Großtromben hierbei woanders liegt als im primären Gebiet) – Auch sind die Linienbegrenzungen nicht als absolutes Fixum zu verstehen, sie stellen lediglich einen ungefähren Überblick der entsprechenden Gefährdungsgebiete dar! Das grüne Feld beschreibt den höher gelegenen Teil des Kremserfeldes, worum die aus Norden einströmenden Luftmassen vorbeiströmen. Das gelb eingefärbte Gebiet stellt die vermuteten Regionen der Hauptverwirbelung und Tornadobildung für Krems und weite Teile des restlichen primären Gefährdungsgebietes dar. Die violetten Linien schließlich, sind die Zugbahnen bisher bestätigter Tornados in der Region.

Im Detail könnte die Tornadobildung wie folgt vonstatten gehen:

Ein heftiges Gewitter bzw. eine Superzelle zieht von Nordwest oder West Richtung Krems. Dabei herrscht in der Höhe bereits durch das Gewitter bzw. die Front bedingter Nordwest- bis Westwind vor, während es einerseits im Tullner Feld im Bereich Krems nahezu windstill ist, andererseits eine schwache nordöstliche Luftströmung die Donau hinab vorherrscht. Durch die Annäherung des Gewitters kann sich diese Luftströmung erheblich verstärken (bedingt durch einen Sogeffekt im Engtal der Donau, ausgelöst durch die nachdrängenden Luftmassen aus Nordwest). Gleichzeitig hat die Windrichtung über den letzten Ausläufern der Böhmischen Masse (etwa über dem Gebiet um die Hengelwand) bereits auf West bis Nordwest gedreht. Durch diesen scharfen Gegensatz von SW-Wind am Boden und NW-Wind in der Höhe entsteht kleinräumige, aber sehr intensive Scherung (wie bereits erwähnt, bezeichnet dies Windrichtungsänderung mit der Höhe). Zusätzlich gelangt das Gewitter nun in den Bereich der warm-labilen Luftmassen im Tullner Becken und kann diese als „Treibmittel“ für seine weitere Verstärkung nützen; ein gutes Beispiel für ein solches Ereignis stellt der 2. Juli 2002 dar, als ein schweres Hagelunwetter direkt vor Krems entstand und sich noch über Krems verstärkte, um die schwersten Hagelschäden im Bereich Rohren- und Gedersdorf hervorzurufen.

Wenn durch die Zusammenwirkung der verschiedenen Windrichtungen nun eine Wirbelbildung zustanden kommt (die unterschiedlichen Winde „drehen“ sich ein), kann diese in Verbindung etwa mit dem bereits rotierenden Aufwindfeld einer Superzelle, den nötigen Anstoß für die Tornadobildung geben. Dabei verengt sich die Rotation, eine sog. „Funnelcloud“ kann sich bilden (ein Art „Rüssel“, der als rotierender Fortsatz aus der Wolkenunterseite ragt und die deutliche Gefährdung durch einen Tornado anzeigt) und erstreckt sich bei einem voll entwickelten Tornado von der Erdoberfläche bis weit in die darüber befindliche Wolke hinein.

Nicht nur Superzellen können jedoch bei einer lokalen Verwirbelung Tornados auslösen; auch im Falle, dass eine kräftige Böenlinie aus West bis Nordwest heranrast und entsprechende Scherung vorhanden ist, kann sich im Zuge lokaler Verwirbelung ein sog. Böenfronttornado bilden, der jedoch zumeist schwächer ist als ein Superzellen-Tornado. Auch ein „Gustnado“ (das ist kein „echter“ Tornado, sondern ein Wirbel der sich NUR auf die untersten paar Dutzend Meter beschränkt, keine Verbindung mit der Wolke hat und deshalb ebenfalls meistens recht schwach ist) ist hierbei möglich.

Wie erwähnt ist das vermutete Hauptentstehungsgebiet von Großtromben bei Krems durch die gelb gefärbte Fläche ersichtlich. Entstandene Tornados dürften nun einen Südwest bis Nordwest Kurs folgen, der parallel, aber auch bis zu 90° versetzt der Fortbewegungsrichtung der Unwetterzelle ist. Dadurch sind außer der Stadt Krems Ortschaften wie Palt, Theiß oder Gedersdorf in der näheren Umgebung, aber auch Grafenwörth, Haitzendorf und Etsdorf einige Kilometer weiter, gefährdet. Allerdings ist hierbei die Stärke und Dauer des Tornados ausschlaggebend. Während F2 und F3 Tromben diese Strecke durchaus überwinden können, fällt es F1 und vor allem F0 schwer, lange Bodenkontakt zu haben (besonders wenn sie durch verbautes oder dicht bewaldetes Gebiet ziehen). Die beiden Tornados direkt in Krems waren jeweils von der Stärke F1 und hatten einmal etwa 2km, im anderen Fall sogar nur rund 500 Meter Bodenkontakt, waren in diesem Fall also für weiter östlich gelegene Ortschaften keine Gefahr. Jedoch ist auch zu bedenken, dass Tornados ebenso kurzzeitig den Bodenkontakt verlieren können, um dann wieder zurückzukehren, bzw. das sich ein komplett neuer Tornado auszubilden vermag.

Tornados im sekundären Gefahrenbereich entstehen vermutlich ebenso durch lokale Verwirbelungen, worin das Kamptal eine wichtige Rolle spielen dürfte. Im Bereich Gneixendorf schließlich spielt vermutlich der Abfall zum Donautal und die damit verbundenen Abwinde eine Rolle bei der Tornadoentstehung (wie wahrscheinlich im August dieses Jahres geschehen). Allerdings ist diese Region noch nicht genauer auf die Entstehungsursache untersucht, auch wenn hier sehr wohl Großtromben (wie vermutlich etwa in Strass) aufgetreten sein dürften.

Noch ein Zusatz zu den Windverhältnissen bei der Tornado-Entstehung: die beschriebenen Windrichtungen & Scherung sind Richtwerte und sind sicher nicht immer für die Tornado Bildung verantwortlich. Genauso kann etwa Scherung bedingt durch leichten Süd bis Südost-Wind im Becken sowie Ostwind von der Donau kommend als Entstehungsursache in Frage kommen. Die genauen Bedingungen müssten aber in einer mehrjährigen Studie nachgewiesen werden.

Abschließend sei noch erwähnt, dass im Zuge von Superzellen, aber auch heftigen Gewittern nicht nur beschriebene Tornados und der altbekannte Hagel, sondern auch Gewitterfallböen, sogenannte „Downbursts“ auftreten können, die im Extremfall bis über 150km/h erreichen (am 13. Juni 2003 trat ein solcher Downbursts auf, als eine aus Richtung Lengenfeld / Langenlois kommende Superzelle im Raum Krems Spitzenböen bis rd. 120 Stundenkilometer hervorrief). Hierbei ist die Region Krems wohl vor allem anfällig für aus Norden heranziehende Unwetter, da hierbei die größte Angriffsfläche und „Abwindbeschleunigung“ durch den Abfall zum Donautal gegeben ist. Etwa der Geländeeinschnitt von Gneixendorf nach Krems, kann eine lokale Kanalisierung fördern; ebenso aber auch bei geeigneter Zugbahn des Gewitters das südliche Kamptal.

---

Eine optimale Tornadolage im Raum Krems wäre damit: Hitze, eine hohe Luftfeuchtigkeit, geringer bis kein Wind im Bereich Krems und besagte beschriebene Abläufe von Gewitterannäherung und Scherung.

## **2.5. Gefährdung durch Tornados im Bereich des westlichen Tullnerfeldes**

Wie bereits an anderen Stellen beschrieben, ist die tatsächliche Gefährdung der Region um Krems an der Donau nur sehr schwer festzustellen.

Ein bestätigter Tornado 2002 in Krems, zwei weitere 2003 – einer davon wieder direkt in der Stadt, der andere bei Gneixendorf; Tornadoverdachte aus Langenlois, Straß/Strassertale und dem Nordteil des Dunkelsteinerwaldes aus den vergangenen etwa 10 Jahren. Mit Einbezug einer Dunkelziffer um 30% kann für die Region westliches Tullnerfeld (konkret etwa begrenzt durch Langenlois – Lengenfeld – Krems – nördlicher Dunkelsteinerwald – Traismauer – Fels – Straß; ein Gebiet ca. so groß wie Wien) etwa ein Tornado alle zwei bis drei Jahre angenommen werden.

Will man nun alle möglich erscheinenden Werte durchexerzieren, ergibt sich eine Mindestwahrscheinlichkeit von rund einem Tornado alle zehn Jahre (was etwa der Tornadodichte von Wien entspräche) und eine Maximalwahrscheinlichkeit von etwa 3 Tornados pro Jahr. Zu ersterem Wert sei erwähnt, dass die Lage von Krems und Umgebung vermutlich um einiges mehr Potenzial für Tornados bietet, als die Großstadt Wien, andererseits erscheinen drei Tornados im Jahr wiederum eine deutlich zu hohe Zahl (und beziehen sich im wesentlichen auf die außerordentlich aktiven vergangenen zwei Jahre). Für den gesamten Bezirk Krems gesehen, kann im Mittel etwa ein Tornado alle ein bis zwei Jahre angenommen werden.

Ungewiss ist auch, wie und ob überhaupt sich die fortschreitende Klimaerwärmung auf die Anzahl an Tornados niederschlägt. Die Zunahme an schweren und unwetterträchtigen Gewittern bzw. Wetterlagen dürfte sich bestätigen, auch wird das Wetter voraussichtlich im Allgemeinen immer extremer werden, mit raschen, heftigen Wetterumbrüchen, vermehrten Starksturmereignissen durch plötzliche Wetterwechsel, sowie starken Temperatur- und Niederschlagsschwankungen. Allerdings ist der Einfluss auf Tornados noch nicht geklärt.

Grundsätzlich gilt also: Etwa alle zwei bis drei Jahre ein Tornado in der Region sowie alle ein bis zwei Jahre im gesamten Bezirk; regionale Häufung im Bereich Krems wahrscheinlich und entlang des Kamptales möglich; durch bisherige Ereignisse ist anzunehmen, dass die direkte

Zugbahn durch eine Stadt / ein Dorf ab Stärke F1 Todesopfer fordern kann, besonders wenn nicht vorgewarnt wird und die Großtrombe sozusagen aus „heiterem Himmel“ hereinbricht; ein ungewarnter F2, vielleicht noch dazu in der abendlichen Rushhour, hinterlässt mit ziemlicher Sicherheit Todesopfer, ein F3 könnte Dutzende Menschenleben fordern; momentane Einstufung der Region Krems an der Donau auf der dreistufigen Gefährdungsskala als „KAT1“, also am höchsten gefährdetes Gebiet (nur die SO-Steiermark, das Hausruck-Gebiet in OÖ sowie das südliche Wiener Becken mit dem Nord- und Mittelburgenland fallen ebenfalls in diese Kategorie)

### **3. Möglichkeiten und Maßnahmen zur Gefahrenreduktion / Tornado-spezifische Vorwarnungen**

Naturkatastrophen wie Überschwemmungen, Waldbrände und Orkantiefs sind zwar oft äußerst schadensintensiv (in Summe sicher mehr als ein Tornado), aber bedrohen im Allgemeinen keine Menschenleben (mit Ausnahme von Personen die sich leichtfertig in Gefahr begeben oder deren Beruf mit solchen Ereignissen zusammenhängt), vor allem deshalb, weil sie im Vergleich zu Tornados lange vor ihrem Eintreffen vorausgesehen werden können, ausführliche Warnungen an die Bevölkerung gehen und entsprechende Schutzmaßnahmen getroffen werden können. Etwa hatte sich das Hochwasser 2002 schon viele Stunden vor (sogar dem ersten) Ereignis deutlich abgezeichnet, das kaum etwas unternommen wurde, ist eine andere Sache. Orkantiefs wiederum können Tage vorher prognostiziert werden und Waldbrände stellen im Allgemeinen durch ihre Lage (im Wald) und ihre mäßige Geschwindigkeit keine Gefahr dar.

Vielleicht kann man Tornados noch am ehesten mit Lawinen vergleichen – auch diese treten plötzlich und unerwartet auf, sind sehr kleinräumig und können durchaus Menschenleben fordern (siehe Galltür 1999).

Allerdings gibt es zwei wesentliche Unterschiede:

Erstens können Tornados fast überall auftreten, sind also nicht wie Lawinen an Berghänge gebunden. Zweitens ist es durchaus möglich vor- zu warnen, was bei Lawinen äußerst schwer fällt.

In der Regel kann vor Tornados regionsbezogen bis zu ein, zwei Stunden – oder sogar noch früher – vor dem Eintreffen gewarnt werden; spezielle Warnungen etwa für Ortschaften allerdings, sind lediglich innerhalb von Minuten möglich, etwa wenn der „Touch-Down“ (der Bodenkontakt des Tornados) unmittelbar bevorsteht oder seine Zugbahn auf das baldige Eintreffen hindeutet. Solche Vorwarnungen funktionieren aber nur bei voll ausgebautem SKYWARN- Netzwerk! (siehe den ausführlichen Entwurf eines Katastrophenalarmplanes für Tornados und Downbursts als BEILAGE2)

Die USA gehen sogar so weit, dass sie vor JEDER rotierenden Superzellen warnen – und davon gibt es Tausende pro Jahr, aber nur weit weniger hieraus entstehende Tornados.

Österreich hat vermutlich jedes Jahr über 50 Superzellen (wobei viele davon aufgrund ihrer kurzen Dauer und mäßigen Aktivität kaum auffallen), während nur rund 10 Tornados dabei sind. Also ist das Warnen vor einer Superzelle als Tornadogefahr grundsätzlich sinnvoll?

Beispiel: Krems hatte 2003 drei Superzellen und zwei Tornados (beide aus nur EINER der rotierenden Zellen entstanden); durch Oberösterreich zogen dieses Jahr mindestens acht Superzellen, aber nur ein gesicherter Tornado...

Diese Problematik lässt sich sicher nicht so leicht lösen, da auch die Gefahr von „Abstumpfung“ bei der Bevölkerung gegenüber den Warnungen besteht.

Fest steht nur: wird ein Tornado gesichtet MUSS höchste Warnstufe gelten! Tornados stellen eine der letzten relativ häufig auftretenden Naturkatastrophen dar, die nicht nur bei Unachtsamkeit wirkliche Gefahr für Leib und Leben bedeuten!

Als Beschreibung möglicher Methoden der Vorwarnung und Gefahrenreduktion bitte den beiliegenden Entwurf des Katastrophenalarmplanes für Tornados heranziehen (BEILAGE2).

#### **4. Abschließende Zusammenfassung und Erkenntnisse**

Die wichtigsten Punkte untereinander aufgeschlüsselt:

- ) es GIBT Tornados in Österreich! Im Schnitt gehen wir von Skywarn Austria etwa von 10 Tornados pro Jahr aus
- ) Tornados mit Windgeschwindigkeiten über 180km/h treten nahezu jedes Jahr auf; mit über 250km/h etwa alle zwei bis drei Jahre
- ) JEDER Tornado ist gefährlich, ja lebensgefährlich! Sicherheit ist zumeist nur im inneren von massiven Gebäuden geboten
- ) die meisten Tornados entstehen aus Superzellen, das sind heftige Gewitter mit einem rotierenden Aufwindfeld; jährlich gibt es davon in Österreich wahrscheinlich mehr als 50
- ) hauptgefährdete Gebiete sind die südöstliche Steiermark, von Wien über das Wiener Becken bis zum Mittelburgenland, das Gebiet um den Hausruck in Oberösterreich, die Region um Krems an der Donau bzw. das westliche Tullnerfeld & Grenze Wald- / Weinviertel, das Bodenseegebiet und Klagenfurter Becken
- ) in der gefährdeten Region um Krems/Donau kann man etwa alle zwei bis drei Jahre mit einer Großtrombe rechnen, auf Bezirksebene gesehen etwa ein Tornado alle ein bis zwei Jahre
- ) Hauptentstehungsgebiet dürfte dabei die Einmündung der Donau ins Tullner Becken sowie möglicherweise auch das südliche Kamptal sein
- ) als Entstehungsgrund kann man wahrscheinlich lokale Verwirbelungen beim Übergang vom Hügel- zum Flachland annehmen
- ) nach den bisherigen Erkenntnissen wird die Region um Krems als „KAT1“ qualifiziert, also ein Gebiet mit der für Österreich höchsten Tornado-Gefährdung
- ) aufgrund der vorliegenden Analyse und Erkenntnisse, erscheint es notwendig, einen geeigneten Katastrophenschutzplan zu entwerfen (siehe BEILAGE2), um weiteren Tornados vorzubeugen bzw. die Bevölkerung vor ihrem Auftreten zu schützen
- ) ebenso wäre es notwendig die Bevölkerung über die mögliche Gefährdung zu informieren, sie über Grundlagen zu Tornados zu informieren, Kontakt mit den Medien, anderen Bezirksalarmzentralen und meteorologischen Institutionen zu suchen, um ein umfassendes Skywarn- Netzwerk (wie in BEILAGE2 ersichtlich) aufzubauen

Mortimer M. Müller, am 23. September 2003 // Update Anfang Februar 2004  
*SKYWARN Austria – Medien / Zentrale*

© 2003 - 2004 Skywarn Austria

### **Beilagen:**

#### **BEILAGE1 –**

Karte der Region Krems mit Gefahrengebieten und vermuteten Windverhältnissen

#### **BEILAGE2 –**

Entwurf eines Katastrophenalarmplanes für Tornados und Downbursts

#### **BEILAGE3 –**

Fotos von Tornados bzw. durch Großtromben verursachte Schäden 1916 in Wr. Neustadt, 1966 in Litschau und 2003 in Wien

### **Quellen:**

SKYWARN Austria Daten auf [www.skywarn.at](http://www.skywarn.at)

torDACH Daten Österreich auf [www.tornados.at](http://www.tornados.at)

torDACH Daten Europa auf [www.tordach.org](http://www.tordach.org)

Tornado-Klimatologie, 1917 Wegener

Einsatzstatistik und Berichte der Freiwilligen Feuerwehr Krems/D., Großmotten u.a.

sowie eigene Recherchen und Analysen im Bereich Unwetter und Tornados

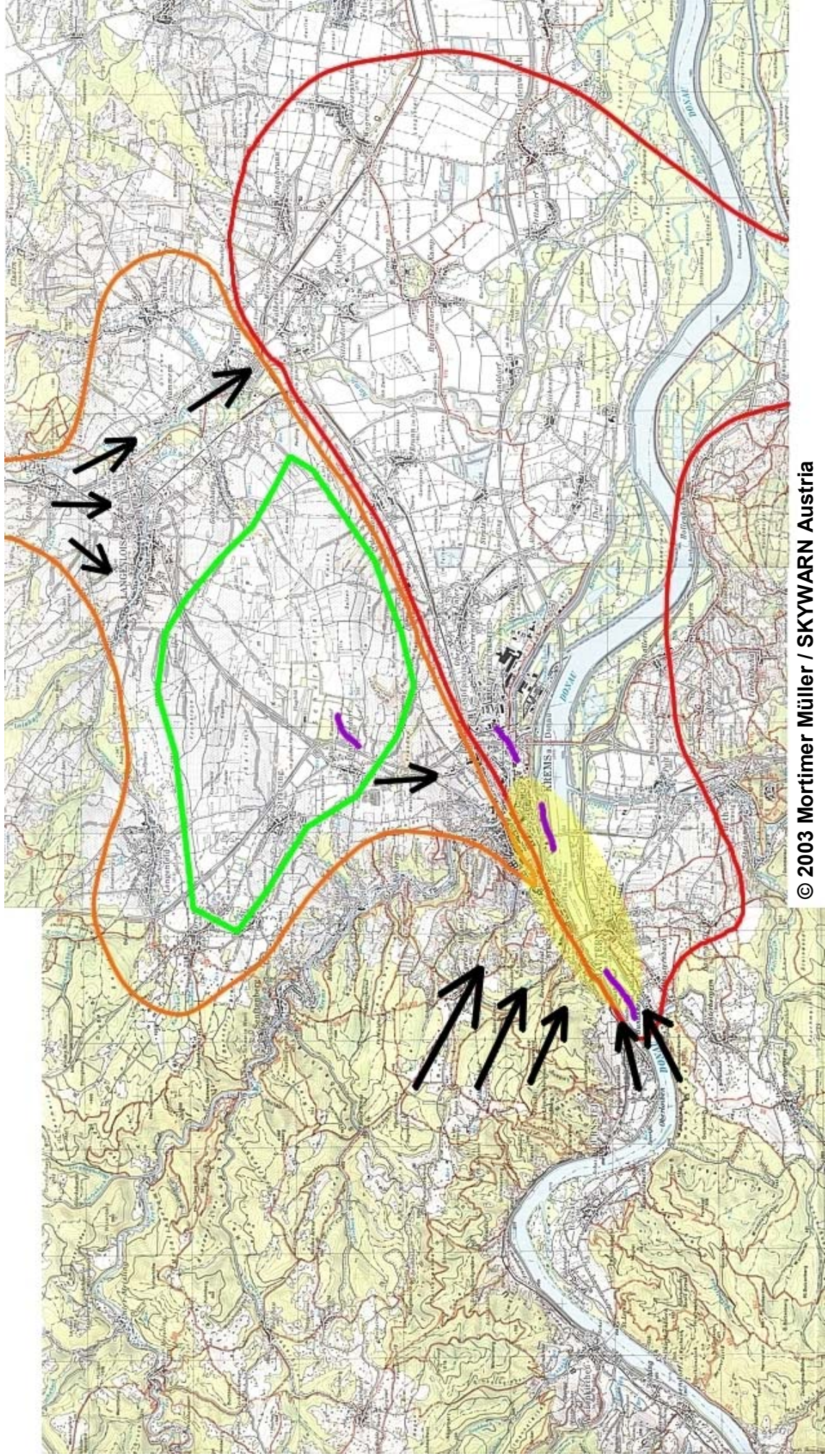
### **Kontakt:**

Mortimer M. Müller  
SKYWARN Austria  
Medien / Zentrale

E-Mail: [mortimer.mueller@skywarn.at](mailto:mortimer.mueller@skywarn.at)

Mobile: 0699/ 15106703

- BEILAGE1 -



© 2003 Mortimer Müller / SKYWARN Austria

**- BEILAGE2 -**

**Entwurf eines**

# **Katastrophenalarmplan**

für

**Großtromben (Tornados)  
und  
Gewitterfallböen (Downbursts)**

**erstellt für die Stadtgemeinde  
Krems an der Donau**

# 1. Allgemeines

Zunächst muss unterschieden werden zwischen den Möglichkeiten der Vorwarnung die sich derzeit verwirklichen lassen und der Annahme, dass die Pläne zu einem Skywarn Netzwerk komplett ausgeführt wurden.

Eine Tatsache, die allerdings nicht von der Hand zu weisen ist, dass selbst im Falle eines voll ausgebauten Netzwerkes die Vorwarnzeit meistens unter einer halben Stunde liegen wird. Es ist dies somit eine sehr kurze Vorwarnzeit, in der schnell und überlegt gehandelt werden muss.

Nicht in diesen Katastrophenalarmplan fallen allerdings Großereignisse wie Sturmfronten, die zumeist schon 12 bis 48 Stunden vor dem Eintreffen erkannt werden können und oftmals große Gebiete betreffen, während die hier behandelten Ereignisse in der Regel sehr kleinräumig sind und selten mehr als einige Quadratkilometer betreffen. Allerdings ist ihre Gefährlichkeit ohne Zweifel um einiges ernster zu nehmen, als beispielsweise die von Sturmfronten, wo unter normalen Umständen die Windgeschwindigkeiten nicht über 120 km/h hinaus kommen, während Downburst mit über 150 km/h zuschlagen können und Tornados sogar Werte weit jenseits der 200er Marke erreichen.

Ein weiterer Punkt dessen Verwirklichung sehr nützlich wäre, ist die Selbsterkennung von Tornados, Superzellen und Downbursts, für den Fall das keine Warnung ausgegeben wird und man auf sein eigenes Wissen angewiesen ist.

Weiters wird bei diesem Katastrophenalarmplan auf die voraussichtlich unterschiedlichen Vorwarnzeiten, die je nach Erstmeldung vorhanden sind, eingegangen, und entsprechende Maßnahmen bei verschiedenen Zeiten bis zum Eintreffen des Tornados bzw. Downbursts vorgestellt.

## 1.1 Unwetterträchtige Wetterlagen

Es gibt verschiedene Situationen in der unteren Atmosphäre, bei denen Unwetter vermehrt auftreten können.

Wenn es im Sommer schwül und heiß ist, sind gute Bedingungen für Wärmegewitter gegeben. Zwar sind diese zumeist schwach, aber es gibt Ausnahmen. Kennzeichen heftiger Aktivität im Inneren des Gewitters sind tiefe, scharf begrenzte Wolkenunterseiten, sogenannte Böenwalzen (länglich-röhrenförmige, tief hängende und stellenweise rotierende Quellwolken unter dem eigentlich Gewitter, oftmals dem fasrigen Amboss) und grüne, bzw. gelbe oder starkrosa Schleier im Hintergrund, die nicht selten Hagel ankündigen. In der schwülen Sommerluft können sich auch zuweilen sogenannte „Superzellen“ bilden.

Eine weitere gefährliche Wetterlage ist bei Annäherung einer Front oder eines Tiefs gegeben. Gelegentlich bilden sich vor der Front sogenannte Squallines, das sind linienhaft organisierte Gewitter, die sich nicht selten um einiges schneller weiterbewegen als die eigentliche Front. Geschwindigkeiten von über 80 km/h sind möglich. Allerdings ist es in der Regel so, dass sich diese Squalline über Nacht abschwächt, oder sogar ganz auflöst, bei Tagesanbruch und Beginn der Sonneneinstrahlung aber wieder reaktiviert. Während der Nachtstunden verringert sich das Tempo der Squalline, oder sie kommt sogar völlig zum Stillstand.

Squallines im Sommer bestehen in der Regel aus Gewittern, während es im Winter auch möglich ist, dass sie sich nur aus kräftigen Schauern zusammensetzen. Die heftigsten Gewitter treten normalerweise am Süd- und Nordende der Line auf (nicht selten Superzellen). Da eine Squalline auch zumeist nicht durchgehend ist, sondern immer wieder

Lücken aufweist, können auch an den Grenzen zu diesen „Löchern“ Unwetter auftreten, da die Luftschichten dort oft sehr labil geschichtet sind und eine hohe Windgeschwindigkeit bzw. -scherung vorhanden ist.

Noch eine Situation, bei der Unwetter vermehrt auftreten, ist im Sommer bei warm-schwülem Regenwetter. In der geschlossenen Wolkendecke bilden sich nicht selten durch die hohe Luftfeuchtigkeit Quellwolken, die sich zu Gewittern auftürmen und gelegentlich äußerst heftig ausfallen.

Erkennbar sind sie oft durch eine tiefere Wolkenuntergrenze und ersichtlichen, heftigeren Niederschlag.

Da kräftige Kaltfronten auch von Herbst bis ins Frühjahr auftreten können, sind auch hier extreme Wettererscheinungen möglich, aber meistens nicht in dem Ausmaß, wie es in den Sommermonaten von Mai bis Ende September der Fall ist.

Bei Wintergewittern tritt z.B. statt Hagel oft nur sogenannter Graupel auf, der zwar recht intensiv, aber selten gefährlich sein kann.

Sturmböen sind allerdings zu jeder Jahreszeit möglich, man denke nur an die berühmten Herbststürme.

## 1.2 Tornados

Der Tornado ist in der Regel ein langer, dünner Wolkenschlauch, der von einer heftigen Gewitterzelle – zumeist Superzelle – zum Erdboden hinabreicht. Die sogenannte „Fujita- und Torro - Skala“ beschreiben die Stärke eines Tornados und sind hier in einer Tabelle aufgeschlüsselt dargestellt.

Beispiele	Fujita-Skala	Windgeschwindigkeit in km/h		Torro-Skala	Beispiele
Leichte Schäden wie abgebrochene Äste möglich.	<b>F0 – Sturmtornado</b>	64 bis 117	61 bis 86	T0 – sehr schwacher Tornado	Lose Gegenstände spiralförmig hochgehoben.
			87 bis 117	T1 – leichter Tornado	Leichte Schäden an Hütten oder Gartenmöbeln.
Zahlreiche Bäume werden entwurzelt, Garagen oder Hütten können zerstört werden.	F1 – mäßiger Tornado	118 bis 179	118 bis 149	T2 – mäßiger Tornado	Schwere Mobilheime werden bewegt.
			150 bis 179	T3 – starker Tornado	Leichte Wohnwagen und Garagen zerstört.
Ganze Dächer abgehoben, Fahrzeuge von breiten Autobahnen geweht.	F2 – starker Tornado	180 bis 249	180 bis 214	T4 – heftiger Tornado	Ganze Dächer fliegen da-von, viele Bäume geknickt.
			215 bis 249	T5 – sehr heftiger Tornado	Gebäudeschäden. Massive Mauern bleiben stehen.
Dächer und Wände von massiv gebauten Häusern werden zerstört, Autos in die Höhe geschleudert.	F3 – heftiger Tornado	250 bis 329	250 bis 289	T6 – verwüstender Tornado	Schwere Fahrzeuge werden hochgewirbelt.
			290 bis 329	T7 – stark verwüstender Tornado	Massiv gebaute Häuser stürzen zum Teil ein.
Massiv gebaute Häuser werden dem Boden gleichgemacht. In der Luft zahlreiche Geschosse.	F4 – zerstörender Tornado	330 bis 414	330 bis 372	T8 – heftig verwüstender Tornado	Autos werden weite Strecken geschleudert.
			373 bis 414	T9 – extrem heftig verwüstender Tornado	Stahlbetonbauten werden stark beschädigt.
Oft bleiben nicht einmal mehr Schutthaufen übrig. Stahlbetonbauten werden schwer beschädigt.	F5 – Supertornado	415 bis 509	415 bis 462	T10 – Supertornado	Stahlbetonbauten können zerstört werden.
			463 bis 509	T11 – unbeschreiblich heftiger Tornado	Großflächige und verheerende Zerstörungen.
Extrem selten. Die Zerstörungen sind kaum noch von jenen eines F5-Tornados zu unterscheiden.	F6 – unbegreiflicher Tornado	ab 510	ab 510	T12 – unvorstellbarer Tornado	absolute Zerstörung

Weitere ausführliche Erklärungen zu Tornados und Superzellen sind der beiliegenden „Analyse der Gefährdung der Region Krems an der Donau durch das Auftreten von Großstürmen (Tornados)“ bzw. ausführlicher Fachliteratur zu entnehmen!

### 1.3 Downbursts

Sind vielleicht noch unberechenbarer als Tornados.

Sie können nur Minuten aktiv sein, plötzlich hereinbrechen und ebenso schnell wieder verschwinden. Hier gilt es also besonders rechtzeitig VOR- zu warnen.

Die „Wie“ der Entstehung von Downbursts (auch Gewitterfallböen oder Schlagwind genannt) ist weitgehend bekannt. Oft kommt ein Downburst gleichzeitig mit plötzlich einsetzendem Starkregen oder Hagel zum Tragen. Das liegt daran, dass ein Downburst im Prinzip eine Art plötzlichen Abwind darstellt (eine „Blase“), der in der Wolke entsteht und aufgrund des Aufwindes dort noch in der Luft gehalten wird, bis er schließlich zu „schwer“ wird und in Richtung des Erdbodens „herabstürzt“. Im Prinzip stellt ein Downburst also ein heftiges Abwindfeld dar, das bei einer Größe von mehr als vier Kilometern „Makroburst“ und bei einer Größe darunter (kann bis auf etwa 50 Meter Durchmesser schrumpfen) „Microburst“ genannt wird (eine allgemein anerkannte Untergrenze für die Windgeschwindigkeiten die einen Downburst ausmachen, gibt es nicht, jedoch kann man sagen, dass erst ab etwa 80 km/h nennenswerte Schäden zu erwarten sind).

Wenn diese Blase nun auf dem Erdboden auftrifft, breitet sie sich fächerförmig aus und kann zwischen wenigen hundert Metern und Hunderten Kilometern Länge (in diesem Fall dann „Derecho“ genannt) wirksam sein. Dabei erreichen die höchsten Windgeschwindigkeiten über 200 km/h, somit können Dächer abgedeckt, Autos von den Straßen geweht werden und Schneisen in Wäldern entstehen.

Superzellen erzeugen manchmal eine größere Anzahl von Downbursts, oder einen Gewitterfallwind, der längere Zeit andauern kann (bis über eine Stunde). In diesem Fall sind Vorwarnungen schon über eine halbe Stunde vorher möglich, vorausgesetzt man hat den Downburst rechtzeitig erkannt.

Anzeichen eines Downbursts sind etwa gedrungen wirkende, bzw. stark ausgefranste Fallstreifen unter der beginnenden Regenzone, sowie plötzliche Protuberanzen bzw. Ausstülpungen an der Wolkenunterseite, außerdem eine verdächtige „Ruhe vor dem Sturm“ - auch dann noch, wenn das Gewitter fast heran ist.

Zudem können Downbursts bei Squallines auftreten, vor allem dann wenn auf den Radarbildern ein Zusammenschluss einzelner Zellen und eine deutliche Intensivierung zu beobachten ist, meist aber noch nicht verbunden mit extremen Niederschlag (tritt oft erst bei Beginn des Downbursts auf) !

### 1.4 Andere Phänomene und Begleiterscheinungen von Tornados und Downbursts

Eine sehr bekannte und gefürchtete Begleiterscheinung ist großkörniger Hagel. Ab 3cm Durchmesser kann er nicht nur Schäden in der Landwirtschaft, sondern auch bei Fahrzeugen und Dächern hervorrufen.

Oft bringen Superzellen den größten Hagel hervor. Die größten Hagelkörner können dabei über 10 cm Größe erreichen und mit annähernd 250 km/h auf dem Boden aufschlagen.

Weiters ist bei heftigen Gewittern sehr oft Starkregen zu beobachten (>50mm/h). Dieser kann durchaus kleinräumige Überflutungen auslösen und Bäche über die Ufer treten lassen.

Keller sind hierbei sehr oft betroffen, da der Boden das viele Wasser nicht mehr aufnehmen kann, ebenso können Muren abgehen.

Ein weiteres, zum Teil gefährliches, und bei Gewittern immer anzutreffendes Phänomen, ist der Blitz. Es gibt ihn als energiereichen, aber normalerweise harmlosen Wolke zu Wolke Blitz, oder als Wolke-Erde Blitz. Diese Blitze vermögen unter anderem Waldbrände zu entzünden und Menschen zu töten (die Wahrscheinlichkeit von einem Blitz getroffen zu werden ist zwar gering, aber immer noch sieben Mal höher als einen Sechser im Lotto zu erreichen). Ein weiteres interessantes Phänomen sind Kugelblitze, die allerdings sehr selten sind und noch nicht näher erforscht werden konnten. Im Gegensatz zu normalen Blitzen, die nur Bruchteile einer Sekunde existieren, vermögen Kugelblitze bis zu einer Minute „umherzuwandern.“

## 2.

### **Zum jetzigen Zeitpunkt realisierbarer Katastrophenalarmplan**

Dieser Alarmplan nimmt derzeitige Standards des Wissens der Bevölkerung, der Medien und des Alarmgebers über die Struktur, Erkennung und Gefährlichkeit von Tornados und Downbursts an, was leider bedeutet, so gut wie niemand hat eine Ahnung. Trotzdem gibt es bei rechtzeitiger Erkennung eine Reihe von Maßnahmen, die ergriffen werden können.

#### 2.1

##### **Katastrophenalarmplan bei einer Vorwarnzeit von einer halben Stunde und mehr**

Diese Situation wird vor allem in der Anfangsphase wohl kaum eintreten, da man keine oder nur mangelnde Radardaten und geschultes Personal zur Verfügung hat.

Egal ob es sich jetzt um einen Tornado oder Downburst handelt, wenn man mehr als eine halbe Stunde Zeit hat, gibt es eine Menge Dinge, die man tun kann, vorausgesetzt man reagiert schnell und richtig.

Vor allem sollte man sich sicher sein, dass der Sturm auch wirklich eintrifft. Gerade bei einer langen Vorwarnzeit ist die Fehlerquote hoch – also immer die Quelle und Glaubwürdigkeit der Meldung überprüfen!

1) Innkenntnissetzung der örtlichen Behörden (Gendarmerie, Feuerwehr). Falls Tornado und Downburst kein Begriff sind (was leider relativ wahrscheinlich ist) sind diese zu erklären oder der Einfachheit halber mit „Orkansturm“ oder „wahrscheinliche Windgeschwindigkeiten über 120 km/h“ anzugeben (auch wenn es sich bei dem Tornado beispielsweise nur um einen F0 handeln sollte – was aber selten genau eruiert werden kann – ist auch dieser schwache Sturm dazu fähig Menschen durch Trümmer zu verletzen oder gar zu töten – man sollte einen Tornado, so schwach er auch sein sollte, auf keinen Fall unterschätzen!!!).

Auf alle Fälle sollte man den Behörden den Ernst der Lage klar machen und ihnen dringend raten Selbstinitiative zu ergreifen (Warnung per Megaphon durchgeben, Rettung bereithalten, aber auch die Feuerwehr – durch Tornados werden sehr oft Brände ausgelöst!)

2) Man sollte bei lokalen und überregionalen Radiosendern anrufen und die Warnung wenn möglich live übers Radio verbreiten – hier heißt es Radiosprecher und Redaktion rasch zu überzeugen, dass die Meldung höchste Priorität hat und sofort live geschaltet werden muss. Auch hier gilt: besser einfache Wörter verwenden („schwerer Orkansturm“), als Begriffe die womöglich keiner versteht. Wichtig wäre es den ungefähren Zeitpunkt des Eintreffens der

Sturmes durchzugeben, den betroffenen Ort bzw. die Region und sichere Räume, die aufgesucht werden sollten (Keller, kleine Zimmer mit tragenden Wänden... - auf jeden Fall DRINNEN!!!). Gewarnt werden sollte grundsätzlich vor dem Aufenthalt in der Nähe von Stromleitungen, Fenstern und Bäumen (aber: Wald besser als freies Feld!)

Grundsätzlich ist es sinnvoll derartige Durchsagen erst zu machen, wenn man sich wirklich sicher ist! Das soll aber auch nicht heißen, dass wenn man bereits eine Stunde vor Beginn des angehenden Sturmes die Gefahr erkennt, erst fünf Minuten vorher warnt!

3) Wichtig! Schulen, Kindergärten, Altersheime und dergleichen sollte man extra alarmieren! Kinder und alte Menschen sind die Altersgruppen die besonders gefährdet sind!

4) Erscheint es notwendig und ist das Eintreffen des Tornados oder Downbursts höchst wahrscheinlich sollte auch an die Möglichkeit gedacht werden Zivilschutzalarm auszulösen. Wenn beispielsweise ein Tornado genau auf eine bestimmte Ortschaft oder Stadt zuzieht, wäre eine derartige Vorgangsweise unbedingt notwendig auch wenn es nur noch fünf Minuten oder weniger bis zu seinem Eintreffen sind! Allein das Geräusch der Sirene macht die Bevölkerung aufmerksam und kann somit Leben retten!

5) Große Kaufhäuser sollte man ebenso alarmieren, da dort in der Regel viele Menschen unterwegs sind. Oft ist es in diesen Gebäuden möglich zentrale Durchsagen zu machen. Weiters wären Fabriken und Großbetriebe über den drohenden Sturm zu alarmieren, nicht zuletzt deswegen, um beispielsweise den möglichen Ausbruch eines Feuers zu verhindern, indem darauf hingewiesen wird gefährliche Arbeiten einzustellen.

6) Weiters ist es notwendig, dass Feuerwehr und Gendarmerie möglichst bald ausrücken, um einerseits z.B. mittels Megaphon vor dem Sturm zu warnen und eventuell nach Eintreffen des Tornados oder Downbursts bereits erste Hilfe zu leisten oder Trümmer zu beseitigen. Außerdem können gefährdete Gebäude oder Baugerüste vor dem drohenden Sturm gesichert werden, immer vorausgesetzt es ist genug Zeit vorhanden.

7) Natürlich sollte auch wenigstens eine Person (wenn möglich jemand mit zumindest einfachen Grundkenntnissen über Tornados, Downbursts und Gewitter) stets ein Auge auf den Sturm bzw. das Unwetter haben und Veränderung unverzüglich weitergeben. Sinnvoll wäre hierbei etwa Funkkontakt.

Die Reihenfolge der Punkte kann selbstverständlich je nach Ermessen geändert werden und sollte sich nach Belegschaft und Möglichkeiten richten. Ideal wäre es natürlich wenn mehrere Punkte gleichzeitig behandelt werden könnten.

## 2.2

### **Katastrophenalarmplan bei einer Vorwarnzeit von einer viertel bis halben Stunde**

Entspricht im Prinzip dem oben genannten. Nur muss hier alles natürlich viel schneller vonstatten gehen, bzw. sollte die Reihenfolge gut durchdacht werden um wichtigere Punkte eventuell vorzuziehen.

## 2.3

### **Katastrophenalarmplan bei einer Vorwarnzeit von fünf Minuten bis einer viertel Stunde.**

Jetzt in der Anfangsphase von SKYWARN, wird die Vorwarnzeit vermutlich selten über einer viertel Stunde liegen, meistens sogar darunter. Dies bedeutet aber, dass man wenig Zeit zum Überlegen und Nachdenken hat, es geht also praktisch um jede Sekunde. Das hier nur schwerlich alle bisher genannten Punkte durchgeführt werden können, ist klar. Es geht also darum die wichtigeren Dinge zuerst zu erledigen. Welche diese sind, soll dem eigenen Ermessen überlassen werden, allerdings sei gesagt, dass die Information der Behörden und der Bevölkerung über Radio und Megaphon wohl an erster Stelle stehen sollten.

## 2.4

### **Katastrophenalarmplan bei einer Vorwarnzeit von weniger als fünf Minuten**

Hier tritt eine Situation auf, die leider immer Eintreffen kann. Auch bei einem voll ausgebauten SKYWARN-Netzwerk kann es passieren, dass kritische Wetterlagen sehr spät erkannt werden. Somit vermag die Vorwarnzeit – vor allem noch in nächster Zeit – durchaus unter fünf Minuten zu liegen.

Ohne voll ausgebautes Netzwerk – wie es erst langsam zustande kommt – kann in diesem Fall leider auch wenig unternommen werden.

Gründe hierfür sind vor allem die langwierigen Erklärungen, die durchgeführt werden müssen um anderen Menschen die aktuelle Lage und die daraus resultierende Gefahr begreiflich zu machen (z.B. Gendarmerie). Dass dies einige Minuten in Anspruch nehmen kann, ist verständlich, jedoch ist dies eine Zeitspanne, die man eigentlich nicht zur Verfügung hat. Auch das Ausfahren mit Feuerwehrfahrzeugen ist oft nicht mehr möglich, weil es einfach mehr Zeit benötigt um Leute anzufordern.

Die letzten Möglichkeiten die sich in den zur Verfügung stehenden Minuten ausgeben könnten sind

- a) die Alarmierung von Schulen und dergleichen, allerdings ohne lange Erklärungen, sondern nur mit der Meldung „extremer Sturm“ und „sofortige Maßnahmen ergreifen (ins Haus, weg von Fenstern – Keller)“.
- b) eventuell die Alarmierung von Radiosendern. Allerdings besteht auch hier die Möglichkeit, dass auf genaue Erklärungen gedrängt wird und sich die gewollte Alarmierung in die Länge zieht.
- c) auf jeden Fall die Alarmierung der Bevölkerung per Zivilschutzalarmsirene! Wenn schon alles andere nicht gelingt, dies ist die letzte Möglichkeit Menschenleben zu retten und sollte unbedingt genutzt werden!

Wie man sieht sind die Möglichkeiten der Warnung bei weniger als fünf Minuten sehr beschränkt. Dies liegt aber, wie schon erwähnt, an dem mangelnden Wissen der Bevölkerung, der Behörden sowie Medien und den fehlenden strukturellen Einrichtungen (z.B. eigenes Sirensignal für Sturmwarnung).

Dies sollte sich durch die Einführung eines SKYWARN - Netzwerkes ändern, denn erst dann sind kurzfristig und effizient Vorwarnungen möglich.

Dies war eine Beschreibung der derzeit durchführbaren (aber nicht unbedingt leicht zu verwirklichen) Möglichkeiten der Vorwarnung. Kommen wir jetzt zu der Annahme, dass das SKYWARN – Netzwerk voll ausgebaut ist.

### 3.

## **Katastrophenalarmplan bei voll ausgebautem SKYWARN-Netzwerk**

Der größte Unterschied ist wahrscheinlich bei der Vorwarnzeit zu spüren, die durch ein SKYWARN-Netzwerk deutlich erhöht werden kann.

Außerdem kann durch die notwendigen, vorangegangenen Informationskampagnen für die Bevölkerung garantiert werden, dass die meisten Menschen zumindest Grundkenntnisse über Tornados und Unwetter besitzen, bzw. ihnen vor allem SKYWARN Austria ein Begriff ist. Damit können die Warnungen sehr viel an Effizienz gewinnen.

Ebenso sind die Verbindungen zu den Medien, vor allem Radiosendern, verbessert – es gibt z.B. eigene Hotlines für Unwetterwarnungen (z.T. bereits vorhanden), die live und sofort durchgegeben werden können.

Aber auch mit meteorologischen Instituten wird eng zusammengearbeitet – es stehen somit annähernd Real-Time Wetterdaten zur Verfügung, die die Unwetterwarnungen noch präziser und schneller werden lassen.

Außerdem gibt es nun die sogenannten „Stormchaser“ - Gewitterjäger, die live von oder aus Unwettern berichten und aktuelle, wertvolle Informationen und Warnungen liefern können, die entweder direkt ins Radio bzw. Fernsehen gelangen und/oder unmittelbar nach Beobachtung den örtlichen Behörden (Feuerwehr, Gendarmerie) übermittelt werden.

Dieses gesamte System kann man als SKYWARN-Netzwerk bezeichnen, eine Organisation die schnell und effizient kleinräumige Unwetterwarnungen herausgibt.

#### 3.1

### **SKYWARN Austria**

- ist eines der Grundelemente auf das ein flächendeckendes SKYWARN Netzwerk aufbaut. Ist eine Organisation und ein eingetragener Verein (VR-377/03), der größtenteils aus Freiwilligen besteht, die privat Unwetterbeobachtungen machen, das notwendige Wissen und die Erfahrung besitzen und ihre Beobachtungen als Warnung unmittelbar an Medien, Bevölkerung und Meteorologische Institutionen weiterleiten.

Dabei benutzen diese „Stormchaser“ z.T. lediglich ihre eigene Erfahrung und ein Handy für die Warnungen (derzeit vorhanden), zum Teil aber auch modernste Technik wie Geländefahrzeuge, Radar- und Satellitenbilder, Richtfunk, Laptop und GPS (in hoffentlich nicht allzu ferner Zukunft).

Im Moment sind es in Österreich bereits rund 30 Personen, die Stormchasing professionell betreiben, und es werden laufend mehr. Je mehr sich das SKYWARN Projekt herumspricht, desto öfter reden die Leute darüber und finden sich Personen die dasselbe Hobby haben. Ziel wäre es selbstverständlich ein flächendeckendes Netzwerk aus Stormchasern aufzubauen. Einige würden dann im Prinzip in ganz Österreich unterwegs sein, während andere auch nur von sich zu Hause berichten, was aber dennoch für ein flächendeckendes Netzwerk enorm wichtig wäre (Grundkenntnisse des Wetters sind natürlich Voraussetzung, um Fehlermeldungen vorzubeugen).

#### 3.2

### **Katastrophenalarmplan bei einer Vorwarnzeit von drei Minuten bis einer Stunde**

Im Prinzip werden die für den Katastrophenalarmplan jetzt durchführbaren Aktionen übernommen und ähnlich behandelt. Sie laufen nun nur vor allem viel schneller ab, da allgemein über Tornados, Downbursts und das Vorwarnsystem informiert wurde.

- 1) Die Innkenntnissetzung der Behörden kann viel rascher vor sich gehen. Wichtig ist es trotzdem Fakten wie Wann, Wo und Was klarzustellen, was aber jetzt viel schneller möglich ist.
- 2) Da die Radiosender eigene Rufnummern für Unwetterwarnungen besitzen, kann hierüber schnell und innerhalb einer Minute alarmiert werden – die Warnung wird sofort live geschaltet und anderen Radiosendern zugesandt.
- 3) Schulen und Kindergärten besitzen ein eigenes Alarmprogramm, können somit gleich nach dem Warnruf geeignete Maßnahmen ergreifen.
- 4) Das eigene Sirenenalarmsignal für Sturmwarnung (oder der Zivilschutzalarm) wird ausgelöst und durch die vorangegangenen Informationskampagnen richtig gedeutet.
- 5) Große Kaufhäuser können zentrale Durchsagen machen und warnen die Kunden vor der drohenden Gefahr. Fabriken werden per Alarmsignal informiert, Arbeiten im Freien generell und gefährliche Arbeiten mit Feuer und dergleichen ebenfalls einzustellen.
- 6) Es wird sofort ausgerückt und Warnungen per Megaphon an die Bevölkerung ausgegeben. Es wird auch darauf hingewiesen sich geeignete Zufluchtsorte zu suchen und sich vor allem nach drinnen zu begeben. Außerdem können Sicherungsmaßnahmen an Baugerüsten vorgenommen werden.
- 7) Es sind zwei Personen ununterbrochen mit der Beobachtung von Wolken, Tornado u.dgl. beschäftigt. Neuigkeiten werden sofort per Handy und Funkgerät weitergegeben.

Die besondere Neuerung an diesem Katastrophenalarmplan besteht darin, dass die meisten Punkte auch bei einer Vorwarnzeit von z.B. nur fünf Minuten durchgeführt werden können.

Das manche Dinge schier undurchführbar klingen, ist verständlich, es handelt sich bei diesem Katastrophenalarmplan allerdings um den Idealfall, der auf jeden Fall einige Jahre bis zu seiner Verwirklichung benötigen wird. Die Realisierung wird schrittweise vonstatten gehen, es geht also darum mit den einfach zu realisierenden Dingen zu beginnen und ständig weiterzuarbeiten.

Wichtig wäre vor allem ein erster Schritt, der mit Informationsabenden, Flugblättern und Benachrichtigung der Medien über dieses Projekt getan werden könnte.

Weiters ist es erforderlich, dass dieser Katastrophenalarmplan nicht nur in Krems sondern im Großteil Österreichs verwirklicht wird, denn erst dann können flächendeckende und rasche Warnungen garantiert werden.

Somit wäre es zielführend andere Gemeinden in Niederösterreich und anderen Bundesländern über SKYWARN Austria zu informieren, um ein entsprechendes Alarmprogramm gemeinsam auszuarbeiten.

Die Frage sollte nicht lauten ob ein schwerer Tornado eine Stadt treffen wird, sondern wann! 2003 gab es sowohl in Wien, als auch in Graz und Krems/Donau jeweils einen schwachen F1 – wodurch ein halbes Dutzend Menschen verletzt wurden. Gott sei Dank waren diese Großtromben nicht besonders stark, aber ein F2 oder sogar F3 könnte jederzeit zuschlagen, vielleicht schon nächstes Jahr.

Und für diesen Fall sollten wir gerüstet sein!

*Mortimer M. Müller - SKYWARN Austria*

Katastrophenalarmplanentwurf fertiggestellt am 24. September 2003

© 2003 – 2004 Skywarn Austria

- BEILAGE3 -



Badly damaged house, Wr. Neustadt 1916 (Bild von [www.tornados.at](http://www.tornados.at))



Wr. Neustadt 1916 ([www.tornados.at](http://www.tornados.at))



Tornado 1966, von Litschau aus gesehen (Fotograph: J. Seiler Aspang) ([www.tornados.at](http://www.tornados.at))



Tornado in Wien am 13. Mai 2003 gegen 16:30, Höhe Gänsehäufel  
(Foto eines [SKYWARN Austria](http://www.skywarn.austria) Spotters, © 2003 SKYWARN Austria)