

TORNeustadt

Beurteilung der Tornadogefährdung Wiener Neustadts anhand der Aktualisierung des Falles vom 10. Juli 1916

Kurze Projektbeschreibung (und Ausgangslage):

Ein verheerender Tornado führte am 10. Juli 1916 in Wiener Neustadt innerhalb weniger Minuten zu 32 Todesopfern (eine Zahl, die im Lauf des Projektes nach oben korrigiert werden musste), 116 Schwerverletzten und 212 Leichtverletzten. Mehr als 100 Gebäude wurden dabei in der Stadt schwer beschädigt oder sogar zerstört.

Ziel des Forschungsprojektes war

- a) eine Aufarbeitung und Bewertung des historischen Materials,
- b) die Feststellung der maximalen Windgeschwindigkeiten bei diesem Fall und
- c) eine Beurteilung der regionalen Tornadogefährdung im südlichen Wiener Becken anhand von ESWD-Daten.

Abzuliefernde Ergebnisse:

- a) Schriftlicher Abschlussbericht über die Forschungsergebnisse inklusive einer Kurzzusammenfassung für Entscheidungsträger
- b) Im Abschlussbericht enthalten sein müssen folgende Angaben, die für den Katastrophenschutzplan und Zivilschutz der Statutarstadt Wiener Neustadt von Bedeutung sind:
 - I. Quantitative Darstellung des Tornados vom 10. Juli 1916: Länge und Breite der Schadensspur, Dauer, Verteilung der maximalen Windgeschwindigkeiten im Stadtgebiet von Wiener Neustadt (abgeschätzt aus den dokumentierten Schäden), maximale Windgeschwindigkeit des Tornados.
 - II. Auflistung aller historischen Tornadofälle in Wiener Neustadt sowie im Radius von 20 km um die Stadt (Anm.: wurde im Projekt selbst auf den Naturraum um Wiener Neustadt geändert) mit Angabe von Zugbahn, Dauer und maximaler Windstärke (soweit historische Quellen Rückschlüsse auf diese Parameter erlauben).
 - III. Statistische Abschätzung der mittleren Wiederkehrdauer von Tornados der Stärke F0, F1, F2, F3 und größer F3 in Wiener Neustadt und zusätzlich auch im Umkreis von 20 km um die Stadt (Anm.: im Naturraum um die Stadt).
- c) Mündliche Präsentation der Ergebnisse (wenn gewünscht, im Rahmen einer Vortrags-Präsentation) nach Abschluss der Arbeiten im Jänner 2013

Die Ergebnisse sollen als Grundlage für Schadensszenarien nach den aktuellen Maßstäben des Katastrophen- und Zivilschutzes dienen.

Projektdauer: März 2012 bis Februar 2013

Abschlussbericht zum Projekt TORNeustadt

Beurteilung der Tornadogefährdung Wiener Neustadts anhand der Aktualisierung des Falles vom 10. Juli 1916

Alois M. Holzer, European Severe Storms Laboratory – Science and Training (ESSL),

alois.holzer@essl.org, Bräunlichgasse 6a/6, 2700 Wiener Neustadt

Mathias Stampfl, ESSL und Skywarn Austria

Thomas Schreiner, ESSL und Skywarn Austria

Georg Pistotnik, ESSL

Pieter Groenemeijer, ESSL

Executive Summary

Der verheerende Tornado, der am 10. Juli 1916 den Norden Wiener Neustadts verwüstete, ist nach heutigem Stand des Wissens in der europäischen Geschichte der vierttödlichste. Mindestens 35 Menschen verloren dabei ihr Leben, etwa 330 Menschen wurden verletzt, rund ein Drittel davon schwer.

Die maximale Stärke erreichte der Tornado im Bereich der „Alten Lokomotivfabrik“, was durch das Schadensausmaß an mehreren Schadensindikatoren festgestellt werden konnte. Hier wurde auf der so genannten F-Skala, adaptiert für mitteleuropäische Verhältnisse der Grad 4 erreicht, und es wurden hier sogar Ziegelmauern mit einer Stärke von etwa einem Meter umgerissen. Gemäß der empirischen Beziehung zwischen Schaden und Wind entspricht F4 einer Spitzenwindgeschwindigkeit von etwa 380 km/h.

Dieser Höchstwert ist nur in einem kurzen Teilstück der Schadensspur aufgetreten. Häufig wurden die vom Zentrum des Tornados überquerten Stadtteile Wiener Neustadts aber mit Windspitzen bis F2 oder etwa 220 km/h, schon seltener bis F3 oder etwa 295 km/h, konfrontiert.

1. Ausgangssituation

Der historische Tornado von 1916 hat in Wiener Neustadt in den vergangenen Jahrzehnten immer wieder die Aufmerksamkeit erregt, sei es in Form von Zeitungsartikeln anlässlich eines kleineren Sturmereignisses oder in Form von Ausstellungen, wie im Industrieviertelmuseum im Jahr 2006 (Geissl, 2006). Eine eingehende wissenschaftliche Reanalyse des Falles stand bisher jedoch aus.

Die Basis für eine wissenschaftliche Aufarbeitung, die dem heutigen Kenntnisstand entspricht, kann für ein so lange zurückliegendes Ereignis jedoch besser kaum sein. Als historische Basis konnte die erste und bisher einzige wissenschaftliche Studie verwendet werden, die sich mit dem Ereignis näher befasst hat, und zwar der Artikel in der Meteorologischen Zeitschrift aus dem Jahr 1917 (Dörr, 1917). Dazu kommen über 120 aufgefundene Bildquellen von Schäden und Bilder aus dem unmittelbaren Umfeld. Weiters existieren einige offizielle Berichte und Zusammenfassungen aus den Tagen und Wochen nach dem Ereignis und auch mehrere Augenzeugenberichte aus verschiedenen Perspektiven

(siehe Literatur- und Quellenliste). Dazu kommt noch die erhaltene ereignisbezogene Berichterstattung in den hauptsächlich lokalen Printmedien (siehe Literatur- und Quellenliste).

Das Ereignis „Tornado“ (mit dem Begriffen Windhose, Windsbraut, Trombe und Wirbelsturm in synonyme Verwendung) wurde in den zeitgenössischen Berichten bereits weitgehend als solches erkannt und beschrieben. Mit dem damaligen Wissensstand war es allerdings noch nicht möglich Abschätzungen der maximalen Windgeschwindigkeiten für den Verlauf des Ereignisses zu machen. Dies können wir nun mit heutigem Wissen tun - zusammen mit einer Einordnung des Tornados.

2. Methodik und Daten

Eine zeitnahe Schadensanalyse eines Tornados beginnt üblicherweise mit der detaillierten Begehung und Aufnahme der Schäden, möglichst rasch nach dem Ereignis. Dies ist bei historischen Fällen nicht möglich. An die Stelle der Feldanalyse und Schadensaufnahme am Ort des Geschehens tritt jedoch eine möglichst gründliche Quellensuche und Quellenanalyse, gefolgt von einer historisch-kritischen Beurteilung der aufgefundenen Bild- und Textquellen.

Folgende Archive wurden angefragt, und wenn möglich ausgewertet:

Stadtarchiv Wiener Neustadt – zahlreiche Bilder und einige Texte

Industrieviertelmuseum – zahlreiche Bilder, Pläne und Texte

Österreichisches Staats- und Kriegsarchiv – zwei Texte

Gemeindeamt Sollenau – ein Bericht

Gemeindeamt Felixdorf – keine Informationen vorhanden

Gemeindeamt Piesting und Dreistetten – keine Informationen vorhanden

Gemeindeamt Wöllersdorf – Fotos und Augenzeugenberichte

Österreichische Bundesforste – keine Informationen vorhanden

Verein Schlot.at – einige Bilder und Landkarten

Forstbetrieb der WNSKS – keine Informationen erhalten

Eisenbahnmuseum Strasshof – keine Informationen erhalten

Nach der mehrmonatigen Quellensuche wurden die aufgefundenen Bild- und Textdokumente geordnet und digitalisiert. Originalfotos und gute Kopien wurden hochauflösend eingescannt.

Nach diesen vorbereitenden Schritten wurde wie bei einer aktuellen Schadensanalyse vorgegangen und die vorhandenen Schadensfotos und Berichte wurden in allen Details einzeln bewertet. Dazu ist für jeden eindeutig identifizierbaren und zuordenbaren Schaden zuerst ein so genannter Schadensindikator festzulegen (vereinfachte Bauklassen und Vegetationsarten nach Feuerstein et al, 2011). Bezogen auf diesen Indikator wird in einem zweiten Schritt das Ausmaß des Schadens festgestellt, welches nun bereits zu einem „First Guess“ des einzeln betrachteten Schadens auf der F- und T-Skala führt (siehe Detailbeschreibung zu den Skalen weiter unten). Die einzelnen Ergebnisse wurden dann im nächsten Schritt auf Plausibilität geprüft und im Sinne einer Ensemblebetrachtung zuletzt endgültig festgelegt. Daraus ergibt sich schließlich ein - unter Berücksichtigung der Fehlerquellen - hinreichend homogenes Bild des gesamten Verlaufes der Tornadospur, soweit für die jeweiligen Abschnitte ausreichend Informationen verfügbar waren. Im dicht verbauten Stadtgebiet von Wiener Neustadt ist das der Fall, sonst nur vereinzelt.

Die im 6-Augen-Prinzip gewonnenen Einzelergebnisse wurden parallel in digitaler Karten- und Tabellenform dokumentiert. Im Lauf der Arbeit konnten die Aufnahmeorte der einzelnen Bilder immer besser identifiziert werden, wodurch die Genauigkeit der Ortsangaben nun typischerweise im Dekameterbereich liegt, bei vielen Bildern sogar auf wenige Meter genau angegeben werden kann. Für eine Fotoserie konnte sogar nachvollzogen werden, welchen Weg der Fotograf durch die zerstörten Stadtteile vor annähernd 100 Jahren für seine Aufnahmen gewählt hat.

Die für die Analyse verwendete F-Skala wurde ursprünglich als nichtlineare Windskala konzipiert, von der Beaufortskala (Bft) abgeleitet, und mit dem empirischen Exponenten $3/2$ skaliert - unter Verwendung der Fixpunkte für Bft $12=v(F=1)=33 \text{ m s}^{-1}$ und $v(F=12)=330 \text{ m s}^{-1}$ (Fujita 1971, 1981). Die ebenfalls verwendete und doppelt so feine T-Skala (Meaden, 1976) erweitert formal den davor bekannten Bereich der Beaufortskala hin zu höheren Spitzenwindgeschwindigkeiten, während eine T-Klasse zwei Bft-Klassen enthält.

Fujita damage class	f0	f1	f2	f3	f4	f5
loss ratio (%)	0.1	1	10	50	90	100
degree of damage → ↓ damage indicator	light roof damage	significant roof damage	roof gone	walls partly collapsed	largely blown down	blown away
weakest outbuilding	F0+	F0+	F1-	F1-	F1+	F2-
outbuilding	F0+	F1-	F1+	F2-	F2+	F3-
strong outbuilding/ weak framehouse	F0+	F1+	F2- 10	F3- 12	F3+	F4-
weak brick structure/ strong framehouse	F1- 8	F1+ 9	F2+ 11	F3+ 13	F4- 14	F5 16 17
strong brick structure	F1-	F2-	F3-	F4- 15	F5	F5
concrete building	F1-	F2+	F3+	F4+	F5	F5

Abbildung 1: Bewertungsschema für Gebäudeschäden (aus Feuerstein et al., 2011)

Eine sorgfältige Analyse der beiden Skalen erfolgte durch Dotzek (2009). Dotzek et al. (2000) haben auch die leicht unterschiedlichen Geschwindigkeitsgrenzen der beiden Skalen homogenisiert, sodass zwei T-Klassen nun exakt einer F-Klasse entsprechen. Auf diese Werte bezieht sich auch die

vorliegende Arbeit. Feuerstein et al. (2011) haben schließlich im Rahmen ihrer Arbeit über die Adaptierung der Windskalen für Mitteleuropa eine f-Skala-Entscheidungsmatrix (als Beziehung zwischen Indikator, Schaden und Windgeschwindigkeit) vorgeschlagen, die auf jener von Fujita (1992) basiert. Die für die vorliegende Arbeit verwendeten Entscheidungsmatrizen von Feuerstein et al. (2011) für Gebäude- und Vegetationsschäden werden in den Abbildungen 1 und 2 dargestellt.

Fujita damage class	f0	f1	f2	f3	f4	f5
loss ratio (%)	0.1	1	10	50	90	100
damage prevalence → ↓ damage indicator	extremely isolated	isolated	significant	frequent	prevalent	total
branches - leafy	< F0	F0+	F1-	F1+	F2-	F3-
- bare	F0-	F1-	F1+	F2-	F2-	F3-
tree stands - diseased/ unstable	< F0	F0-	F0+ 7	F0+ 8	F1-	F1-
- strong	F0+	F1-	F1+	F1+ 9	F2- 10	F2-
edge trees, hedges, underwood	F1-	F1+	F2-	F2+ 11	F3- 12	F3-

Abbildung 2: Bewertungsschema für Vegetationsschäden (aus Feuerstein et al., 2011)

Zur Angabe der korrespondierenden Windgeschwindigkeiten sei angemerkt, dass die Beziehung zwischen Skalenklasse und Wind derzeit international diskutiert wird (Doswell et al, 2009). Somit sind für die Abschätzung der Windgeschwindigkeiten zwei Fehler zu berücksichtigen: die Unsicherheit der zu den jeweiligen Skalenklassen korrespondierenden Spitzen-Windgeschwindigkeit, und die Subjektivität der Einordnung der Schäden selbst. Den ersten Fehler können wir im Rahmen dieser Arbeit lediglich zur Kenntnis nehmen. Um den zweiten Fehler zu minimieren, und aus der bereits von Feuerstein et al. (2011) getroffenen Feststellung, dass eine jeweils ortsbezogene Ensemblebetrachtung von Schäden zielführender scheint als das isolierte Betrachten von benachbarten Schadenspunkten, verwenden wir diese Methode in der vorliegenden Arbeit.

Bis in den Bereich von F3 (oder T6 und T7) kann man aufgrund von zahlreichen Vergleichen und einer zunehmenden Anzahl von Messungen (vor allem aus Fernerkundungsmethoden) eine Differenzierung in die feineren T-Klassen argumentieren, während dies aufgrund zahlreicher Unwägbarkeiten für F4 und F5 nur mehr unbefriedigend machbar scheint. Weiters tragen wir der

unvermeidlichen Unschärfe in der Einordnung Rechnung, indem wir keine scharfen Klassengrenzen für die Windgeschwindigkeiten verwenden, sondern den jeweiligen Zentralwert der Klasse.

Dotzek et al. (2000) überschreiten die Klassengrenzen bei der Angabe des Fehlers noch nicht, deuten mit der Wahl eines Zentralwertes die Sinnhaftigkeit einer solchen Überschreitung aber bereits an.

Als vorläufige Annahme, und den Erfahrungen von US-Tornado-Schaden-Experten (Doswell, 2012) folgend, kann der Fehler mit zumindest einer Klassenbreite angenommen werden. Solcherart angenommene Fehler reichen von ± 7 m/s im unteren Skalenbereich bei F0/T0 bis ± 26 m/s im oberen Skalenbereich bei F5. Für F4 beträgt der so angenommene Fehler bei ± 24 m/s oder etwa ± 90 km/h.

F- und T-Skala	Klassenmitte in m/s	Klassenmitte in km/h
F0 / T0	22 m/s	80 km/h
F0	25 m/s	90 km/h
F0 / T1	29 m/s	105 km/h
F1 / T2	37 m/s	130 km/h
F1	42 m/s	150 km/h
F1 / T3	46 m/s	165 km/h
F2 / T4	56 m/s	200 km/h
F2	61 m/s	220 km/h
F2 / T5	66 m/s	240 km/h
F3 / T6	76 m/s	275 km/h
F3	82 m/s	295 km/h
F3 / T7	87 m/s	315 km/h
F4	105 m/s	380 km/h
F5	130 m/s	470 km/h

Tabelle 1: F- und T-Skala mit korrespondierenden Windgeschwindigkeiten in der Klassenmitte

Die detaillierte Aufnahme des Schadenspfades erfolgte dadurch, dass anhand der einzelnen Schadensbilder nicht nur die Blickrichtung, sondern auch Fallrichtungen von Bäumen und andere Windrichtungs-Indikatoren eruiert wurden.

Die gewonnenen Informationen wurden einerseits in Tabellenform festgehalten, zeitgleich aber auch in interaktives Kartenmaterial (GoogleMaps) eingearbeitet. Folgende Informationen wurden in Karten-Layers abgelegt:

- Standort und Blickrichtung des Fotografen
- T-Skalen-Einstufung für jedes einzelne Schadensobjekt
- Tornado-Zugpfad
- Historisches und aktuelles Kartenmaterial
- Verknüpfung von Detailinformationen zum jeweiligen Schaden (T- und F-Skalen-Einstufung, Kurzbeschreibung des Schadens, Fotos)

Ein wichtiger Schritt in der abschließenden Gesamtbeurteilung war die Zusammenführung von allen Einzelinformationen mit den vorhandenen Augenzeugenberichten zur Bestimmung der Zugbahn des

Tornados und der Breite der Schadensschneise in den einzelnen Abschnitten. Dabei sind deutliche Diskrepanzen in den Originalberichten zu Tage getreten, aus denen ein schlüssiges Gesamtbild abzuleiten war. Dies führt zu einer grundsätzlichen Neubeurteilung des Gesamtereignisses. Im Gegensatz zur Arbeit von Dörr (1917) scheint es schlüssig anzunehmen, dass der Tornado über Wiener Neustadt wahrscheinlich das Ergebnis von zwei Vorläufertornados war.

3. Ergebnisse

3.1 Wetterlage

Wie aus den täglichen Wetterberichten der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG, 1916) hervorgeht, liegt am 10. Juli 1916 ein schwaches Tief über dem Nordwesten Europas, ein schwaches Hoch über dem Südosten. Vom 10. auf den 11. steigt der Luftdruck von Westeuropa bis zur Alpennordseite in Form eines Hochdruckkeiles, während Tiefs über Nordeuropa ostwärts ziehen. Die Luftdruckschwankungen am Tag davor und danach waren in Ostösterreich gering. Unmittelbar nach dem Tornado-Ereignis ist der Luftdruck in Mitteleuropa gestiegen.

Das Temperaturniveau war über Ostösterreich hochsommerlich. Am Tag des Ereignisses ist über Mitteleuropa jedoch ein deutlicher Temperaturgradient von Nordwest nach Südost zu sehen, abzulesen in der folgenden Auflistung (Tabelle 2).

Temperaturmaxima vom 10. Juli 1916 (laut Tabelle der k. k. Zentralanstalt für Meteorologie und G.)

München	23 Grad
Kremsmünster	25 Grad
Wien Hohe Warte	27 Grad
Reichenau an der Rax	32 Grad
Wiener Neustadt	31 Grad (Wert um 14 Uhr, Maximum vermutlich höher)
Budapest	33 Grad
Graz	30 Grad
Belgrad	38 Grad
Rax Karl-Ludwig Haus	18 Grad (in 1.804 m)

Tabelle 2: Temperaturen am 10. Juli 1916 (ZAMG, 1916)

Die um 14 Uhr in Wiener Neustadt gemessenen Taupunkte lagen bei 15 bis 17 Grad. Durch die nachfolgende Gewittertätigkeit wurde die untere Troposphäre vermutlich in den Stunden vor dem Tornadoereignis aber noch weiter angefeuchtet. In Wien wurde um 14 Uhr ein Taupunkt von 18 Grad gemessen.

Um 14 Uhr wurde im Wiener Becken schwacher Wind aus Südost bis Ost gemeldet. In Kleinpertenschlag im Waldviertel wurde kräftiger Nordostwind gemeldet, Buchbach im Mostviertel meldete schwachen Westwind, Mönichkirchen kräftigen Südwestwind. Vom Waldviertel bis zum

Wienerwald war somit eine bodennahe Konvergenzzone vorhanden, an der sich die Gewitter an diesem Tag bevorzugt ausbilden konnten.

Die Bergstationen haben folgende Windverhältnisse gemeldet:

	Windstärke um 8 Uhr am 10.7.	Windstärke um 8 Uhr am 11.7.
Säntis	SSW 8	W 2
Pilatus	SW 2	SW 2
Hirschbergh.	SW 4	W 2
Schmittenhöhe	N 2	NW 2
Rax Karl-Ludwig-Haus (1.804 m)	Windstille	NW 3
Semmering	Windstille	Windstille
Donnersberg in Rheinland-Pfalz	ESE 5	NW 5

Windstärke Werte vom 10.7.	7 Uhr	14 Uhr	21 Uhr
Sonnblick	WSW 8	W 7	E 1
Obir	SW 5	SSW 5	WSW 6
Schneeberg Baumgartnerhaus		Mäßiger Westwind	

Tabellen 3 und 4: Wind (als 10-Minuten-Mittel nach der Beaufort-Skala) an Bergstationen am 10. und 11. Juli 1916 (ZAMG, 1916 und Svabik, 2013)

Im Einklang mit der aktuellen Theorie dürfte eine starke Windscherung mit der Höhe geherrscht haben. Der Sonnblick etwa meldet zeitweise Windstärke 8 aus Westsüdwest.

Am betreffenden Nachmittag und frühen Abend wurden von fast allen Wetterstationen in Niederösterreich Gewitter gemeldet. Sturmböen wurden beobachtet in Mödling, Preßburg (Ungarn), Reichenau an der Rax, Wien Zentralanstalt, und Wiener Neustadt (Stadt und Flugfeld).

Hagel wurde gemeldet an den Wetterstationen in Mödling und Wiener Neustadt (Stadt und Flugfeld). Im Bericht der Meteorologischen Zeitschrift wird außerdem erwähnt, dass nördlich der Sturmbahn bis zu nussgroßer Hagel gefallen ist.

Die Gewittertätigkeit war also sehr verbreitet und oft heftig. An den Stationen in Wiener Neustadt wurden über den Nachmittag verteilt mehrere Gewitter registriert, und zwar in der Stadt von 16:45 bis 17:30 Uhr und mit Sturmböen um 17:40 Uhr. Am Flugfeld vom 14:30 bis 15:45 Uhr, um 17:20 Uhr mit Sturmböen und von 17:30 bis 17:50 Uhr mit Hagel.

Dass bereits vor dem Tornado ein Gewitter mit kräftigen Böen über der Stadt niedergegangen ist, wurde auch in den Textberichten erwähnt. Zwischen dem Gewitter um 17:20 Uhr, das bereits Gewitterfallböen (Downbursts) produzierte, und dem Tornado wurde es aber nochmals schwül und nahezu windstill.

Aus den Berichten lässt sich ableiten, dass die Gewitterentwicklung über dem südlichen Wiener Becken und dem Raum Hohe Wand und Wiener Neustadt sehr komplex abgelaufen ist, und dass sich in der Stunde des Tornadoereignisses mehrere Zellen entwickelt haben oder jedenfalls aktiv waren.

Aufgrund der Stärke des Tornados und den Beschreibungen der Wolkenformation können wir von zumindest einer Superzelle ausgehen. Wie diese mit den benachbarten Gewitterzellen interagiert hat, lässt sich nicht mehr rekonstruieren. Die Komplexität des Gewitterclusters kann jedenfalls als Voraussetzung für die ungewöhnliche Entstehungsphase der zwei wahrscheinlichen Vorläufertornados des großen Tornados über Wiener Neustadt angesehen werden.

3.2 Chronologische Beschreibung

Es gibt keine Aufzeichnungen von exakten Zeitangaben für den Beginn und für das Ende des Tornadoereignisses. Als maximaler Zeitrahmen kann für das gesamte Ereignis jedoch 17:30 bis 18:00 abgeschätzt werden.

In der Meteorologischen Zeitschrift wird für das Gesamtereignis eine Zeitspanne von etwa 10 Minuten angegeben, ohne aber Referenzzeiten zu nennen. Dieser Zeitraum scheint etwas zu knapp bemessen, besonders weil allein für den Bereich der Josefstadt eine Zeitspanne von 4 Minuten genannt wird. Der „nicht geeichte Anemograph“ am Flugfeld hat über einen Zeitraum von 3 Minuten Windgeschwindigkeiten von „über 40 m/s“ (Dörr, 1917) gemessen.

Da keine genauen Zeitangaben verfügbar sind, kann auch die Zuggeschwindigkeit nicht befriedigend abgeschätzt werden.

Aus den Berichten geht hervor, dass sich über dem Flugfeld wahrscheinlich zwei Vorläufertornados zum Haupttornado vereinigt haben, oder diese zumindest sehr zeitnah in einen räumlich engen Bereich gemündet sind und dann unmittelbar zur Bildung des Haupttornados geführt haben.

Insgesamt lässt sich folgender Verlauf nachvollziehen, ohne dafür genaue Zeitangaben zu besitzen:

a) westlicher Vorläufertornado und Haupttornado

Entstehung zwischen Vorderer Hoher Mandling und Vorderer Wand, jedoch ohne nachgewiesenen Bodenkontakt westlich von Peisching.

Erste Schäden in Peisching mit abgedeckten Dächern, und ab hier laut Bericht der Meteorologischen Zeitschrift (Dörr, 1917) durchgehender Schadenspfad bis zur Leitha östlich von Wiener Neustadt.

Von Peisching verläuft die Zugbahn ost-südöstlich über das Hartl mit Waldschäden, und dann über den nördlichen Teil von Dreistetten. Hier werden einige Häuser schwer beschädigt, und es ist das erste Todesopfer zu beklagen (OHK, 2013).

Weiter verläuft die Zugbahn über den Mahlleitenberg mit massiven Waldschäden ins Steinfeld, und hier die Feuerwerksanstalt im Süden streifend und über die Schießstätte ziehend aufs Flugfeld. Hier ist von Augenzeugen von einem Knick von ost-südöstlicher in südöstliche Zugrichtung die Rede.

Unklar ist, ob und wie hier die wahrscheinlichen zwei Vorläufertornados zusammengetroffen sind. Siehe dazu Augenzeugenbericht in Punkt b).

Mit dem Überschreiten der Südbahntrasse wird die Zugbahn aufgrund der dichten Schadensbelege eindeutig nachvollziehbar. Zunächst verläuft die Schadensspur noch ost-südöstlich über die Josefstadt. Ab dem „Auge Gottes“ genannten Kreuzungsbereich von Wiener und Pottendorfer Straße verläuft die Zugbahn östlich, und ab der Lokomotivfabrik ostnordöstlich, bevor sich der auflösende Tornado in den Leitha-Auen nochmals nach Südosten bewegt.

b) wahrscheinlicher nördlicher Vorläufertornado

Dazu liegt ein Bericht von Professor Leopold Schmidt vor (WNN, 1916), der in einem von Wien kommenden Zug von Leobersdorf nach Wiener Neustadt fuhr, also nach Süden:

„Es herrschte Gewitterschwüle, doch Windstille, als ich in Leobersdorf den Zug um 5 Uhr 28 Minuten gegen Neustadt bestieg. Über das Triestingtal ging ein heftiges Gewitter nieder. Auf der Fahrt blieb in der Nähe des Eisenbahnzuges die Windstille anhaltend, während eine Wolkenbank im Westen plötzlich sich mit rasender Eile in der Richtung von Hirtenberg nach Südosten in Bewegung setzte. Bei Felixdorf bemerkte man etwa zwei Kilometer westlich von der Bahnstrecke eine kleine Windhose entstehen, welche in geringem Umfange, wie es häufig zu sehen ist, etwa mit derselben Geschwindigkeit wie der Eisenbahnzug und parallel mit diesem fortschritt. Diese Windhose hielt sich mit ganz geringen Veränderungen ziemlich gleich. Zwischen Theresienfeld und Wr. Neustadt aber nahmen ihre fortschreitende Geschwindigkeit und auch ihr Umfang zu. Sie wuchs rasch zu einem Durchmesser von zirka ein Kilometer an und dürfte eine 3 – 5 fache Höhe erlangt haben. Aufgewirbelte Ackererde machte den Wirbel zu einer tiefschwarzen, scharf begrenzten Säule. Die fortschreitende Bewegung zielte gegen die Hangaranlage am Flugfelde. In der Nähe derselben muss in scharfem Bogen eine Ablenkung eingetreten sein, welche die Windhose nun in steilem Winkel über das Geleise gegen den nördlichen Teil Wr. Neustadts führte, wo die Dimensionen derselben das Maximum erreichten und eine Stätte entsetzlicher Verwüstungen die weitere Bahn nur zu gewaltig gekennzeichnet hat und mehr als ein Drittel Tausend Menschen Tod und Verletzungen brachte.“

Dieser Augenzeugenbericht wird in der zeitgenössischen Analyse in der Meteorologischen Zeitschrift (Dörr, 1917) nicht erwähnt und steht im Widerspruch zur dort vertretenen Theorie eines einzelnen Tornados. Der zitierte Augenzeuge, Professor Leopold Schmidt, war (ÖBL, 1992) Aviatiker, Mitbegründer des Wiener Neustädter Flugfeldes und führte dort Windmessungen mit einem selbst konstruierten Windmesser ein, die er statistisch auswertete. Schmidt war also mit der Landschaft westlich von Wiener Neustadt bestens vertraut, kannte die genauen Entfernungen und hat (wie wir aus seinem Bericht schließen, auf der Heide bereits öfter Kleintromben beobachtet („... kleine Windhose ... wie häufig zu sehen ...“)). Wir können daher davon ausgehen, dass Schmidt den aus Westen über den bewaldeten Bergrücken auf das Flugfeld ziehenden westlichen Vorläufer-Tornado klar von dem Phänomen unterscheiden hätte können, das er beschreibt, und zwar etwa zur selben Zeit aus Norden parallel zur Bahnlinie ziehend. Warum Schmidt den westlichen Tornadovorläufer nicht gesehen hat, und warum die Beobachter am Flugfeld den aus Norden heranziehenden wahrscheinlichen zweiten Tornado-Vorläufer nicht bemerkt haben, können wir nur mutmaßen. Als drei von vielen möglichen Szenarien sind Regenvorhänge, unterschiedlich erscheinende Lichtverhältnisse oder eine Aufmerksamkeits-Ablenkung durch das jeweils besser sichtbare

Tornadogeschehen zu nennen. Mit deutlich geringerer Wahrscheinlichkeit kann für den wahrscheinlichen nördlichen Vorläufertornado ein Gustnado (Gewitterböenfrontwirbel) angenommen werden. Nahezu ausschließen kann man aufgrund der plastischen Schilderung reine Gewitterfallböen (Downbursts) mit aufgewirbelten Staubfahnen. Aus unserer davon unabhängigen Analyse der Schäden geht hervor, dass tatsächlich zwei Objekte außerhalb der Zugbahn des westlichen Vorläufertornados stark in Mitleidenschaft gezogen wurden. Diese lassen sich mit der obigen Beschreibung des Augenzeugen Schmidt weitgehend in Einklang bringen. Und zwar zunächst ein sich im nordöstlichen Bereich des Flugfeldes in Bau befindlicher Hangar, und das sich ebenfalls am Rande des Flugfeldes in Bau befindliche Heizhaus. Da keine Berichte vorliegen, die exakt beschreiben, ob diese Gebäude von einem Tornado erfasst wurden, und diesbezüglich auch der Bericht unscharf ist, kann nicht ganz ausgeschlossen werden, dass diese zwei Objekte von Gewitterfallböen getroffen wurden. Gegen Downbursts spricht, dass die benachbarten Objekte völlig unbeschädigt blieben, und der Augenzeugenbericht Schmidt mit hoher Wahrscheinlichkeit von einem Tornado spricht.

Die beiden Vorläufertornados müssen aufgrund der vorliegenden Informationen für zumindest einige Minuten zeitgleich existiert haben und im Bereich des Flugfeldes in einem zeitlich sehr engen Bereich sich angenähert oder vereinigt haben, wobei die Vereinigungsvariante durch den oben zitierten Augenzeugen nahegelegt, jedoch nicht direkt beobachtet wird. Absolute Klarheit können wir nach so langer Zeit dazu mangels Quellen nicht mehr erlangen.

c) Beschreibung der Wirkungen in Wiener Neustadt und Auflösung des Tornados

Über der Josefstadt und im Bereich zwischen Friedhof und „Auge Gottes“ wurde eine maximale Intensität von F2+ bzw. T5 erreicht, und die Schadensbreite von zumindest F0-Schäden erreichte etwa 400 m, während die optische Wahrnehmung des Tornados bis zu 1 km Durchmesser betrug. Im Bereich der „Alten Lokomotivfabrik“ betrug die maximale Intensität F4 bei einer Schadensbreite von etwa 600m für zumindest F0-Schäden. Hier wurden die größten Schäden verursacht.



Abbildung 3: Alte Lokomotivfabrik

Bei den Daimler-Werken geht die maximale Intensität wieder auf F2+ bzw. T5 zurück, und die Schadensbreite auf etwa 400m.

Weiter östlich verlief die Tornadospur über Wiesen und Äcker und südlich von Lichtenwörth über die Leitha-Auen, wo immer noch schwere Waldschäden verursacht wurden, sich die Breite der Sturmbahn aber beim Eintritt in die Hofau bereits auf etwa 80 m verengte.

Östlich der Leitha löst sich der Tornado nach wenigen hundert Metern völlig auf und richtet keine Schäden mehr an.

3.3 Zahlen und Fakten

Während das Teilstück des westlichen Vorläufertornados etwa 13 km lang ist, erstreckt sich das Teilstück des wahrscheinlichen nördlichen Vorläufertornados über rund 5 km, der Haupttornado weist schließlich ab dem als wahrscheinlich anzunehmenden Vereinigungspunkt eine Spurlänge von knapp 7 km auf. Insgesamt beträgt die von West nach Ost verlaufende Zugbahn daher etwa 20 km Länge, was auch bereits in der Meteorologischen Zeitschrift angenommen wird. Das wahrscheinliche nördliche Vorläufer-Teilstück wird dagegen in der Meteorologischen Zeitschrift nicht erwähnt.

Maximum des Tornados: F4 (in der „Alten Lokomotivfabrik“)



Abbildung 4: „Alte Lokomotivfabrik“, völlig zerstörter Gebäudeteil

F3 wurde nur in unmittelbarer Nähe der Lokomotivfabrik auf einer Pfadlänge von etwa 500m erreicht sowie auch an einem einzelnen Objekt im westlichen Bereich von Dreistetten.

Die Stärke F2 wird im gut belegten Verlauf des Tornados sehr häufig erreicht. Die mittlere Breite der $\geq F2$ -Zone betrug im Stadtgebiet westlich vom „Auge Gottes“ (900m Zugbahn) etwa 100m, östlich davon (1000m Zugbahn) etwa 200m. Daraus ergibt sich eine betroffene Fläche von 9 ha im westlichen und 20 ha im östlichen Teilbereich, insgesamt als 29 ha. Die mittlere Breite der $\geq F0$ -Zone betrug im westlichen Teilstück 350 m, im östlichen 500 m. Daraus ergibt sich eine betroffene Fläche von 31,5 ha im westlichen und 50 ha im östlichen Teil, insgesamt also eine Fläche von 81,5 ha.



Abbildung 4 (oben): Völlig zerstörte Stallungen am Areal der „alten Lokomotivfabrik“

Abbildung 5 (unten): Luftaufnahme vom am schwersten getroffenen Bereich der „alten Lokomotivfabrik“ (F4)

In der vorliegenden Arbeit wurden mehr als 180 Einzelschadensquellen bewertet. Die vollständige Liste ist im Anhang zu finden. Insgesamt wurden nach unterschiedlichen Angaben in den Originalberichten in Wiener Neustadt 100 bis 150 Häuser in Mitleidenschaft gezogen.

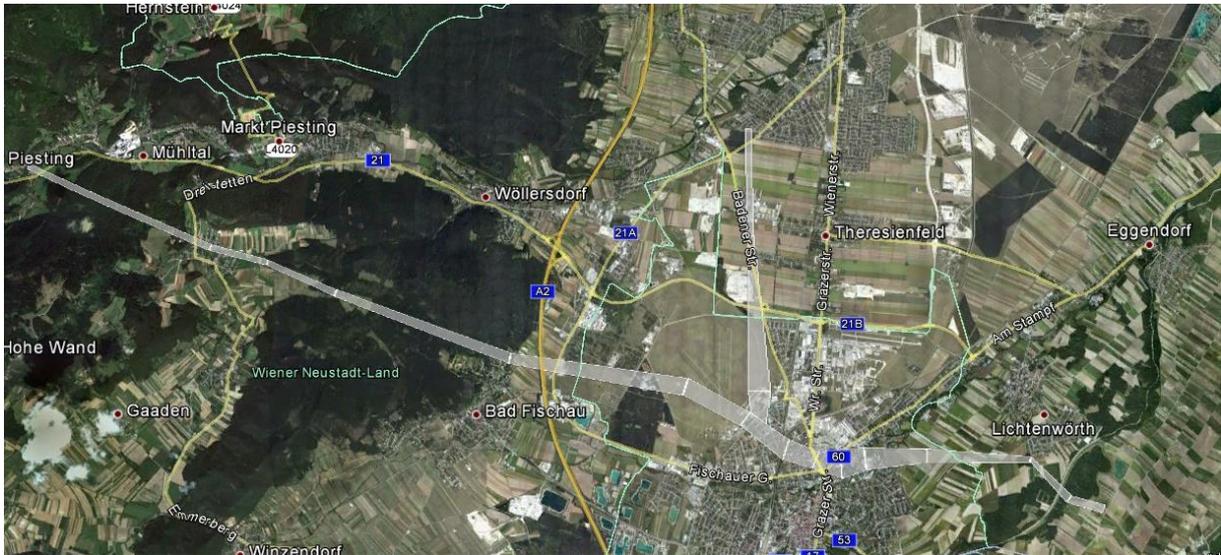


Abbildung 6: Gesamte Schadensspuren der zwei Vorläufertornados und des Haupttornados.

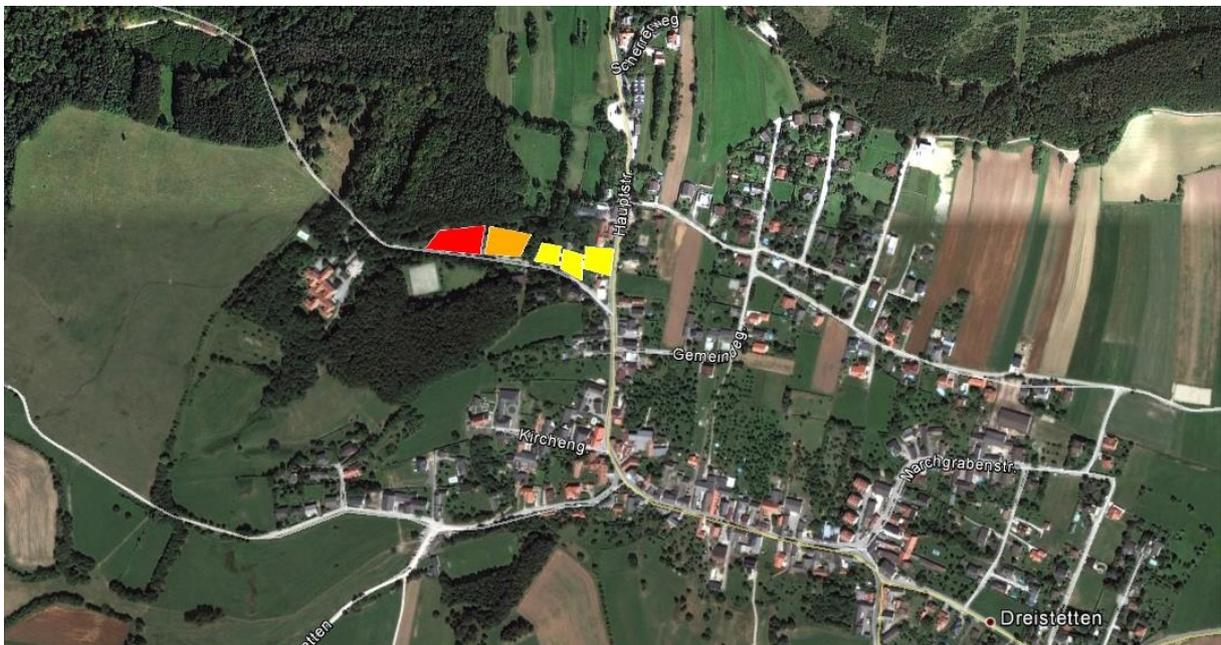


Abbildung 7: Beschädigte Objekte in Dreistetten



Abbildung 8: Schadensspur im Stadtgebiet von Wiener Neustadt auf historischer Karte

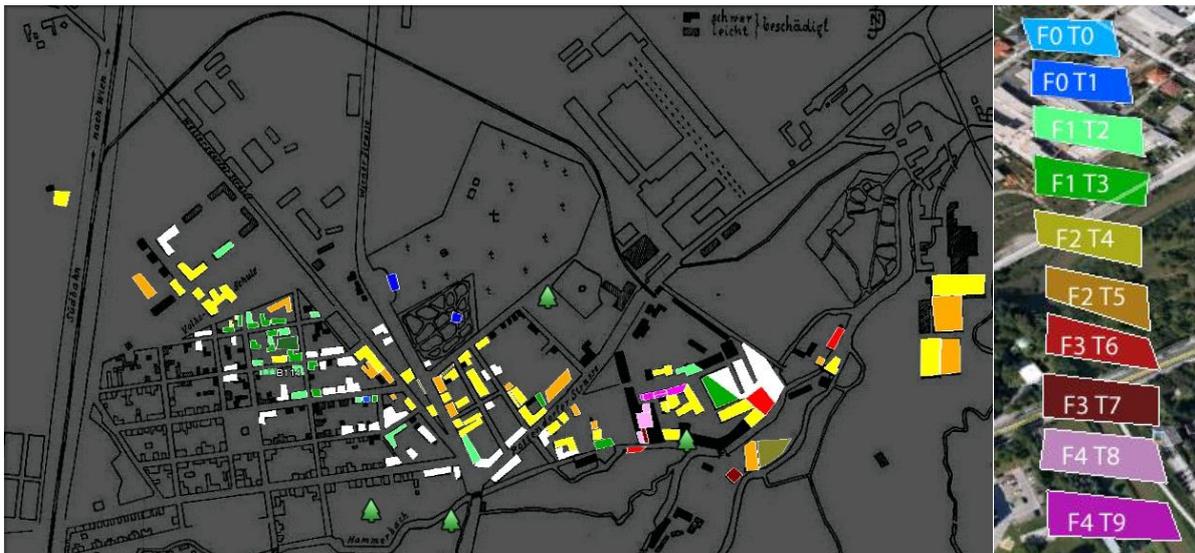


Abbildung 9: Bewertete Schäden im Stadtgebiet von Wiener Neustadt auf historischer Karte und Farblegende (weiß bedeutet „ohne Bewertung“)

Die in vielen Primär- und Sekundärquellen genannte Anzahl von 32 Todesopfern muss korrigiert werden, da nach dem Zeitpunkt der Erstellung der offiziellen Liste offenbar Schwerverletzte noch verstorben sind, bzw. Todesopfer außerhalb von Wiener Neustadt nicht erfasst wurden. Die offensichtlich höhere Anzahl an Todesopfern in Wiener Neustadt lässt sich unter anderem anhand eines Namensvergleiches zwischen der Liste der Schwerverletzten und der Namensliste des Grabsteines auf dem Ehren- bzw. Massengrab am Wiener Neustädter Friedhof nachweisen.

28 Personen werden übereinstimmend auf beiden Listen (Polizei und Grabstein) genannt.

3 Personen finden sich nur auf der Polizeiliste und wurden zumindest teilweise (AZBL, 1916) nicht im Massengrab, sondern an anderen Orten bestattet. Zudem befindet sich auf der Polizeiliste eine nicht identifizierte Person. 3 andere Namen finden sich nur auf dem Grabstein. Die 6 identifizierten bzw. benannten Personen sind jedenfalls sicher durch die Wirkung des Tornados verstorben.

1 Todesopfer war zusätzlich in Dreistetten zu verzeichnen, wie uns eine persönliche Mitteilung von der Feuerwehr Dreistetten bestätigt (OHK, 2013): Ein Mann wurde, unterschiedlichen Versionen zufolge, entweder direkt vom Tornado mitgerissen oder durch Trümmer erschlagen.

In der Stadt sind somit mindestens 34 Menschen durch den Tornado ums Leben gekommen, insgesamt mindestens 35.

Eventuell kann noch ein zusätzliches, also 36. Todesopfer dazugerechnet werden, nämlich in dem Fall, dass der Namenlose von der Polizeiliste nicht mit dem Todesopfer des Grabsteines übereinstimmt, das auch nicht auf der Schwerverletzten-Liste aufscheint. Dieser Sachverhalt war jedoch aus den vorliegenden Quellen nicht mehr zu klären.

Im Bericht der Daimlerwerke an das Kriegsministerium (BDK, 1916) sind nur vorläufige Zahlen für die Todesopfer genannt, und zwar werden allein für die Daimler-Werke 7 Todesopfer, 1 Vermisster und 52 Schwerverletzte genannt.

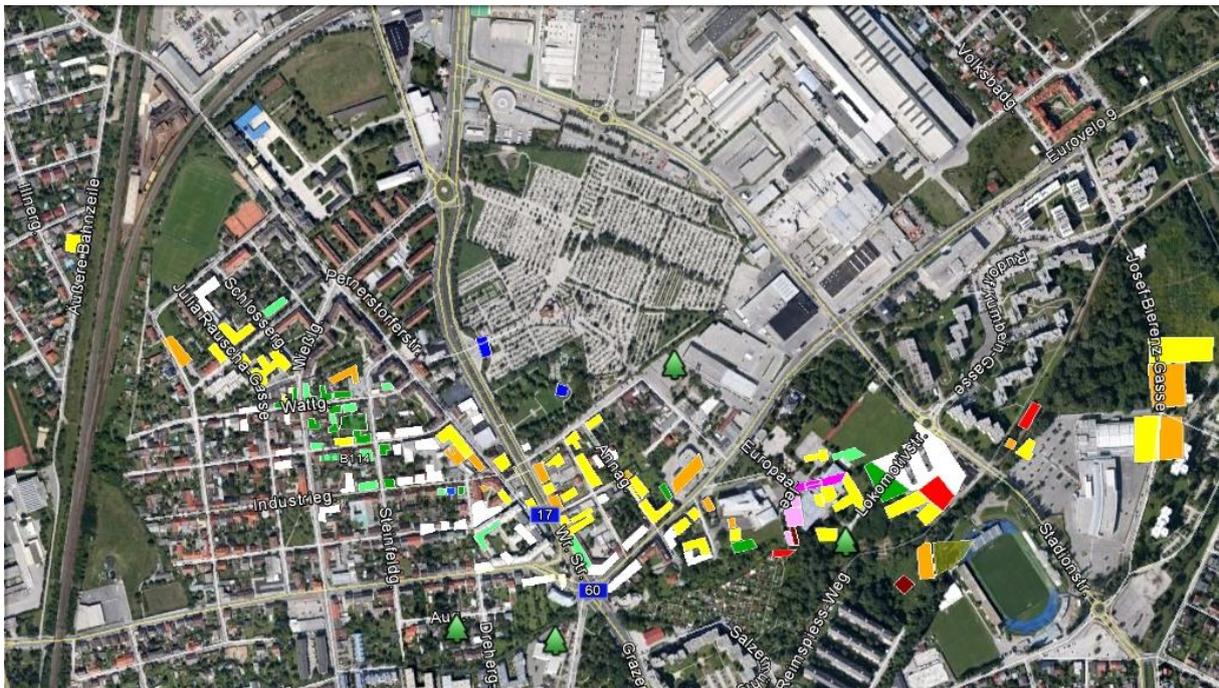


Abbildung 10: Bewertete Schäden im Stadtgebiet von Wiener Neustadt auf aktueller Luftaufnahme

Die detaillierte Auflistung und Gegenüberstellung aller Verstorbenen ist im Anhang zu finden. Die Anzahl der Schwerverletzten betrug unmittelbar nach dem Ereignis 116, die Anzahl der Leichtverletzten 212. Abschließend noch eine Auswahl an Verletzungen, die angeführt werden (WNN, 1916):

Rißwunde am Kopf, Kontusionen, Rißquetschwunde am Kopf, Bruch des rechten Oberarmes, Arm- und Rückenquetschung, Beinbruch, Verrenkung des rechten Handgelenkes, Kontusionen am rechten Thorax, traumatische Neurose, Brustquetschung, Gehirnerschütterung, Bruch des linken Oberarmes, Bruch beider Beine, Schlüsselbeinbruch, Bruch des rechten Unterschenkels, Rückenbruch, Oberschenkelbruch und Gehirnerschütterung, Quetschungen am Unterleib.

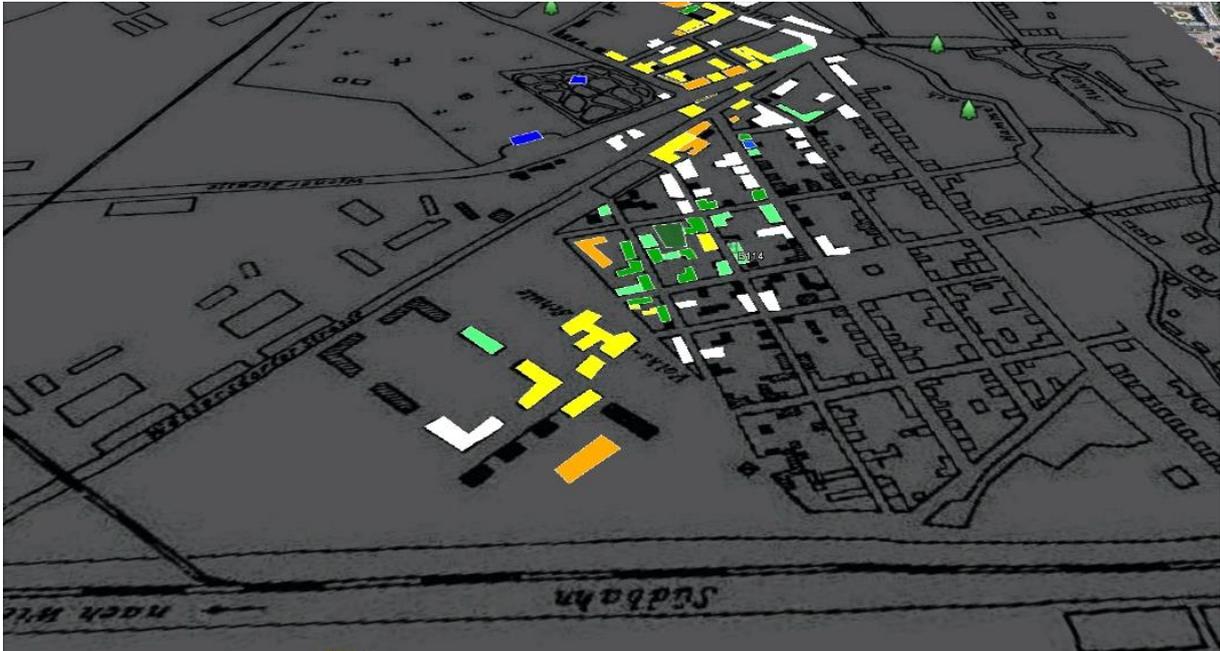


Abbildung 11: Detailaufnahme Schäden Josefstadt (auf historischer Karte, Blick aus Westen)

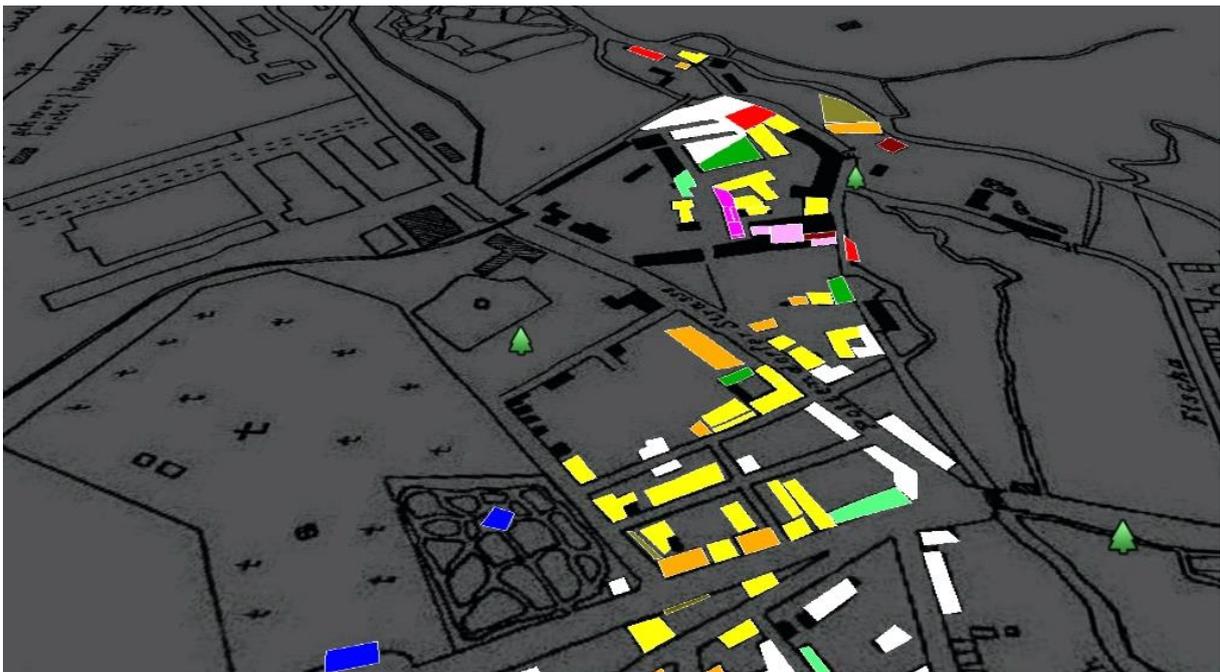


Abbildung 12: Detailaufnahme Schäden Lokomotivfabrik (auf historischer Karte, Blick aus Westen)



Den Opfern des Wiebelsturmes vom 10. Juli 1916
gewidmet von der Stadtgemeinde Wr. Neustadt

Strasser Andreas Korporal f. k. u. k.	Hambrecht Josef Landsturmmann
Kolous Franz Inf. 1. Ost. Soldat	Großmann Wenzel Soldat der
Steinwender Josef Kan. f. k. u. k.	Kraftfahrtruppe Instrukt. Abtlg.
Weiser Alois Fahrkanonier f. k. u. k.	Stafenberger Leop. Auto Soldat Auto f.
Graßnigg Josef Kanonier f. k. u. k.	Naumann Andreas Kan. f. k. u. k.
Mitschan Anton Fahrkan. f. k. u. k.	Brandstätter Elias Kan. f. k. u. k.
Oberauer Bartl Kanonier f. k. u. k.	Kerst Richard 1. Ost. Inf. Schlosser
Jeraj Franz Fahrkanonier f. k. u. k.	Mubi Karl Fahrkanonier f. k. u. k.
Koroda Johann Inf. 1. Ost. Soldat	Wollner Franz Maurer
Ostrovich Vasil Andre. russ. Kgl.	Eitler Gustav Schüler
Kusniz Platon Jehmantschik russ. Kgl.	Kronawetter Mathias Kan. f. k. u. k.
Storizow Andre. Wasilowicz russ. Kgl.	Dušil Josef 1. Ost. Inf. Inf. R. 18
Kresnakow Jakob Duhjanowicz russ. Kgl.	Schuster Franziska Arbeiterin
Koscah Versilio russischer Kgl.	Kögler Josef Zimmermann
Preisegger Johann Kan. f. k. u. k.	Wild Heinrich Schüler
Körös Karl 1. Ost. Kanonier f. k. u. k.	Giuseppe Giotti Arbeiter

Abbildung 13: Gedenkstein über dem Massengrab am Friedhof von Wiener Neustadt (Foto: A.Holzer)

4. Regionale Tornadogefährdung

Die Europäische Unwetterdatenbank ESWD (European Severe Weather Database) ermöglicht Analysen der regionalen Unwettergefährdung für verschiedene Niederschlags-, Wind-, Blitz- und Lawinenereignisse. Für die vorliegende Arbeit ist die Auswertung der bekannten Tornadofälle im Naturraum (und nicht wie im Projektvorschlag genannt ein fixer Radius von 20km) um Wiener Neustadt ausschlaggebend.

Als Naturraum um Wiener Neustadt wurde der Bereich zwischen den geographischen Koordinaten 47,65/48,2 N und 15,85/16,65 E gewählt, der zwischen Schneeberg, Hoher Wand und Wienerwald im Westen, Wien im Norden, dem Westufer des Neusiedlersees im Osten und der Buckligen Welt im Süden liegt. Die betrachtete Fläche beträgt 3.660 km².

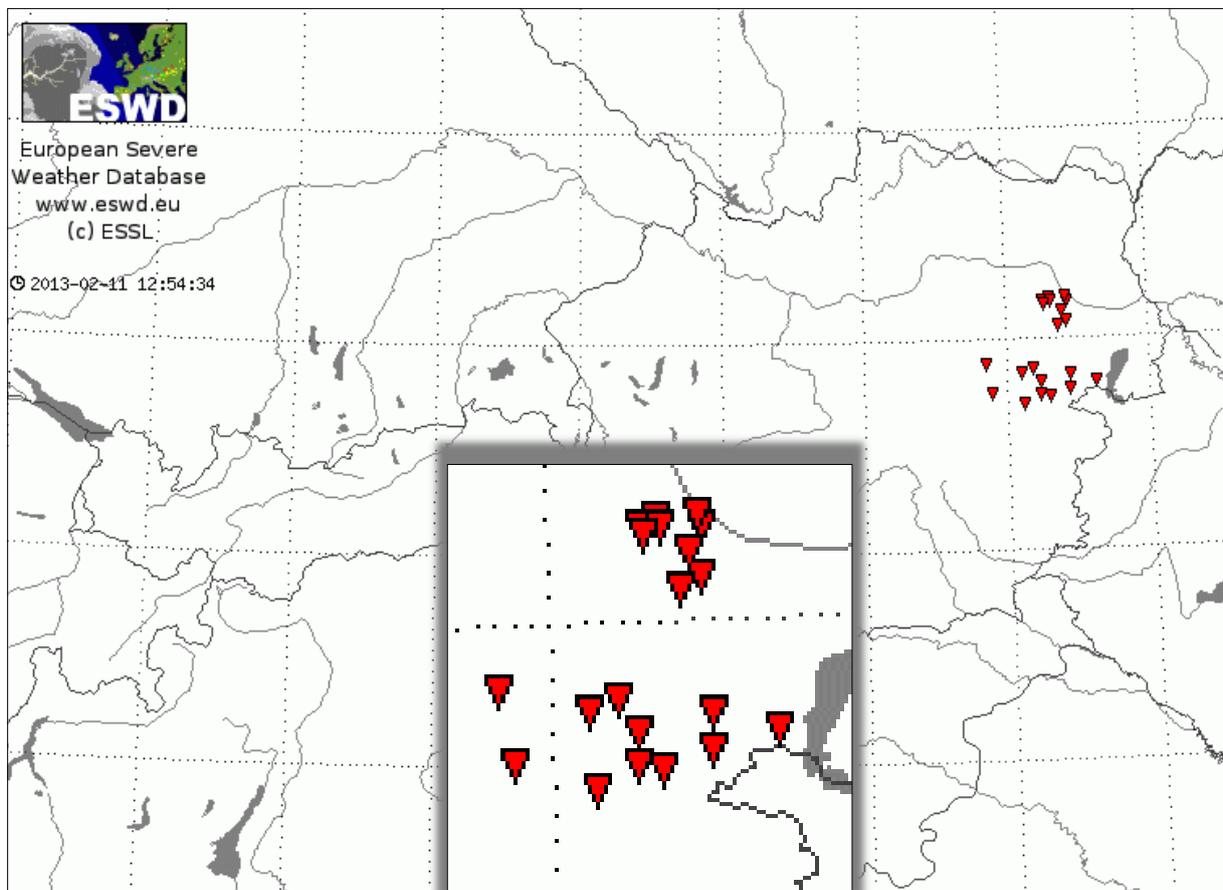


Abbildung 14: Kartendarstellung aller Tornado-Fälle aus der Europäischen Unwetterdatenbank ESWD mit Symbol an den Hauptorten des jeweiligen Ereignisses. Darstellung auf einer Österreich-Karte und Zoom auf den Naturraum um Wiener Neustadt.

Nachfolgend bieten wir eine Auflistung aller historischen Tornadofälle in Wiener Neustadt sowie im genannten Bereich um die Stadt - mit Angabe von maximaler Windstärke (F- bzw. T-Skala), Zugbahn, Dauer, Spurlänge und – breite (soweit die Quellen Rückschlüsse auf diese Parameter erlauben).

Datum und Zeit (UTC)	Hauptort	F-Skala	T-Skala	Zugbahn von – nach	Dauer	Spurlänge km	mittlere Breite m
14.05.2011 13:15	Müllendorf	1	3	WSW-ENE	2		
21.06.2007 15:05	Simmeringer Heide	0	1	W-E	0,5		
11.06.1995 15:00	Muthmannsdorf	1	3		2	0,5	20
01.08.1982 13:00	Wien XIII	0	0	SE-NW	1	0,5	1
06.05.1979 15:00	Wien XIV	0	0	SE-NW	1	0,03	5
10.06.1972 14:00	Wiesen	1	2	W-E	3	1	20
11.07.1968 12:00	Zemendorf						
25.11.1964 19:30	Puchberg am Schneeberg	2	5				
14.05.1962 09:30	St. Margarethen	2	4	W-E	15	6	20
07.07.1961 15:00	Wien XII	1	2		1	0,1	
12.08.1957 19:00	Seebenstein	1	3	W-E	5	2,5	200
18.05.1956 12:00	Wien Lainz	1	3			0,3	
19.07.1955 12:00	Gutenstein						
01.07.1946 00:00	Föhrenau bei Lanzenkirchen						
23.11.1930 11:00	Wiener Neustadt	3	6				
23.11.1930 09:00	Achau				1		
27.05.1921 11:20	Steinabrückl			S-N	13		
07.07.1919 11:45	Himberg	3	6	NNW-SSE	15	11	50
10.07.1916 15:46	Wiener Neustadt	4		WNW-ESE	10	20	300
10.07.1916 15:45	Theresienfeld	2		N-S	5	5	
23.08.1883 16:30	Oberlaa	3	6	WSW-ENE	15	8	
29.06.1873 15:00	Wien Prater	2	4				

Tabelle 5: Alle bekannten Tornados in Wiener Neustadt und im umgebenden Naturraum (Quelle: ESWD, Stand: 15. Februar 2013)

Stärke F-Skala	Bekannte Tornados in Wiener Neustadt und im umgebenden Naturraum im Zeitraum von 1873 bis 2012	Häufigkeits-Verteilung der bekannten Tornados in Wiener Neustadt und im umgebenden Naturraum	Häufigkeits-Verteilung für bestverfügbaren Datensatz (nach Dotzek et al, 2005)
F0	3	13,6 %	44,5 %
F1	6	27,3 %	30,9 %
F2	4	18,2 %	15,9 %
F3	3	13,6 %	6,7 %
F4	1	4,5 %	1,7 %
F5	0	0 %	0,2 %
Gesamt, mit Stärken-Angabe	17		
Ohne F-Klasse	5	19 %	
Gesamt, alle bekannten Tornados 1873 bis 2012	22		
Gesamt, alle bekannten Tornados 1955 bis 2012	13		

Tabelle 6: Statistische Auswertungen nach F-Klassen

Stärke F-Skala	Aus Spalte 4 in Tabelle 6 berechnete Anzahl auf Basis der bekannten Anzahl für $\geq F2$	Aus Spalte 4 in Tabelle 6 berechnete Anzahl auf Basis der bekannten Anzahl für $\geq F3$	Mittel daraus als robusteste Abschätzung
F0	14,5	20,5	17,5
F1	10,1	14,2	12,1
F2	5,2	7,3	6,2
F3	2,2	3,1	2,6
F4	0,6	0,8	0,7
F5	0,1	0,1	0,1
Tornados 1873 bis 2012 berechnet	32,6	46,0	39,2

Tabelle 7: Statistische Abschätzungen nach F-Klassen

In einem sehr kleinen Gebiet (das Stadtgebiet von Wiener Neustadt hat lediglich eine Fläche von 61 km²) ist im Gegensatz zu einem großen Gebiet (3660 km² gesamter Naturraum) die Zugbahnlänge bei der Berechnung von Wiederkehrzeiten korrigierend zu berücksichtigen, da die berücksichtigten Fälle zunächst ja nur Punkte innerhalb des jeweiligen Gebietes darstellen, und nicht Zugbahnen. Die Korrekturfaktoren wurden aus der mittleren Zugbahnlänge der Tornados im Naturraum für die unterschiedlichen F-Skala-Klassen berechnet.

F-Skala	Mittlere Spurlänge	Spurlängen-Verhältnis zu F1
F0 (2 Fälle)	0,265	0,3
F1 (5 Fälle)	0,88	1,0
F2 (2 Fälle)	5,5	6,3
F3 (2 Fälle)	9,5	10,8
F4 (1 Fall)	20	22,7

Tabelle 7: Spurlängen und deren Verhältnis zu F1-Spurlängen

Bei dieser statistischen Betrachtung bleibt noch unberücksichtigt, dass sich in der visuellen Kartenbetrachtung eine Tornado-Alley-artige Häufung von Ereignissen im Bereich um Wiener Neustadt erkennen lässt, möglicherweise hier also durch die umgebende Orographie eine zusätzliche Erhöhung der Wahrscheinlichkeit gegeben ist. Die errechneten Jährlichkeiten können somit eher als eine Abschätzung für die untere Grenze betrachtet werden, wie auch der Vergleich mit den beobachteten Fällen nahelegt. Tatsächlich könnte die mittlere Wiederkehrdauer also kürzer sein. Da das Sample aber sehr klein ist, kann es sich dabei auch noch um eine zufällige Häufung handeln (ähnlich bei Wien).

	Spurlängen-Korrekturfaktoren auf Basis $\geq F0 = 2$	Anzahl Tornados im gesamten Naturraum, statistische Abschätzung	Mittlere Wiederkehr im gesamten Naturraum, Fläche 3660 km ² (Jahre)	Mittlere Wiederkehr im Stadtgebiet von Wiener Neustadt, Fläche 61 km ² (Jahre)
$\geq F0$	2,0	39,2	3,5	106
$\geq F1$	2,1	21,7	6,4	182
$\geq F2$	2,4	9,6	14,5	359
$\geq F3$	4,6	3,4	40,9	539
$\geq F4$	12,6	0,8	174,4	832

Tabelle 8: Jährlichkeits-Betrachtung nach statistischer Abschätzung

Die mittlere Wiederkehrdauer für Tornados $\geq F2$ kann im Stadtgebiet von Wiener Neustadt also mit etwa 350 Jahren abgeschätzt werden, jene für $\geq F3$ Tornados mit etwa 500 Jahren und jene für $\geq F4$ Tornados mit etwa 800 Jahren. Für den gesamten Naturraum betragen die entsprechenden Werte etwa 14 sowie 40 und 175 Jahre.

Abschließend wird nochmals ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die vorliegenden statistischen Abschätzungen für das flächenmäßig kleine Stadtgebiet unvermeidlich mit nicht quantifizierbaren Unsicherheiten behaftet sind, die sich vor allem aus dem geringen statistischen Sample ergeben.

5. Zusammenfassung

- Die Archivsuche hat mehr als 100 Schadensfotos des Ereignisses und insgesamt mehr als 180 Einzelquellen zutage gefördert.
- Der Tornado von Wiener Neustadt hat sich 1916 aus wahrscheinlich zwei Vorläufertornados gebildet, die sich im Bereich des Flugfeldes westlich der Stadt vereinigt haben oder jedenfalls dort zur Entstehung des Haupttornados geführt haben.
- Die maximale Stärke des Tornados kann auf Basis mehrerer Schadensindikatoren belastbar mit F4 eingeschätzt werden. Das entspricht einer Spitzenwindgeschwindigkeit von etwa 380 ± 90 km/h.
- Am stärksten war der Tornado im Bereich der „alten Lokomotivfabrik“, wo großflächig etwa 1 Meter starke Ziegelmauern umgedrückt wurden.
- Die Anzahl der Todesopfer muss im Stadtgebiet von 32 auf zumindest 34 erhöht werden, für das gesamte Ereignis auf zumindest 35, da durch den Tornado auch in Dreistetten ein Mann ums Leben kam.
- Im gesamten Naturraum um Wiener Neustadt (3660 km^2) wurden für den Zeitraum von 1873 bis 2012 insgesamt 22 Tornados in der Europäischen Unwetterdatenbank erfasst. Zusammen mit der Dunkelziffer nicht gemeldeter schwacher Ereignisse ist für diesen Zeitraum eine Anzahl von etwa 40 Tornados wahrscheinlich.
- Für das Stadtgebiet von Wiener Neustadt kann die mittlere Wiederkehrdauer eines zumindest ähnlich starken Ereignisses ($\geq F4$) auf mehr als 800 Jahre abgeschätzt werden, für den gesamten Naturraum rund um Wiener Neustadt auf etwa 175 Jahre.

6. Ausblick

Auf Basis der vorliegenden Arbeit und als sinnvolle und nötige Fortsetzung dieser Studie halten wir eine gemeinsame Analyse der heutigen Auswirkungen eines F4-Tornados mit Bau- und Zivilingenieuren für wünschenswert. Es sollte berechnet werden, wie sich derart extreme Windverhältnisse aus dem vorliegenden Beispiel auf die heutige Stadtstruktur und Baustruktur auswirken, im speziellen auf kritische Objekte wie Einkaufszentren, Schulen, öffentliche Gebäude, Wohngebäude und das Stadion sowie die Arena Nova.

In einem weiteren Schritt sollte simuliert werden, welche Auswirkungen bei anderen Zugbahnen durch die Stadt zu befürchten wären, zum Beispiel etwas südlicher. Solche Szenarien sind vor allem in Hinblick auf den Zivilschutz und auf Katastrophenschutzpläne von großem Interesse – sowie für Übungsannahmen.

Im Sinne einer seriösen Bewusstseinsbildung für das spezielle Tornadorisiko im Raum Wiener Neustadt werden gemeinsame Öffentlichkeitsarbeits-Projekte zwischen ESSL und der Statutarstadt

Wiener Neustadt angeregt. So könnten etwa die im Bereich der historischen Zugbahn heute gelegenen Schulen in Projekte zur Vergegenwärtigung einbezogen werden.

Zum 100. Jahrestag des Ereignisses im Jahr 2016 wären etwa auch Aktionen wie Infoständer mit Bildern der Auswirkungen an den Originalplätzen anzudenken. Dies könnte dann mit sinnvollen Verhaltenshinweisen für den Ernstfall verknüpft werden, um das dadurch geweckte Interesse im Sinne des Zivilschutzes auch nutzbringend zu lenken. Entsprechende Strategien wären gemeinsam, eventuell auch unter Einbindung der Spotterorganisation Skywarn Austria, auszuarbeiten.

Schließlich ist es naheliegend das Tornadorisiko für alle Regionen Niederösterreichs zu bewerten, nachdem nun dieser wichtige Baustein im südöstlichen Niederösterreich bereits vorhanden ist. Dazu sind aktive Recherchen in beispielsweise Gemeinde- und Pfarrchroniken nötig, um die Dunkelziffer zu verringern. Ein entsprechendes Projekt wird das ESSL dem Land Niederösterreich vorschlagen.

Literatur und Quellen

AMW, Aus der Munitionsfabrik Wöllersdorf von Dr. Alfons Friedel, ca. 1920, Industrieviertelmuseum.

AZBL, Augenzeugenbericht Karl Bauer Lichtenwörth, 1916, Stadtarchiv Wiener Neustadt.

BDK, Bericht über Daimlerwerke an Kriegsministerium vom 14. Juli, 1916, Österreichisches Staats- und Kriegsarchiv Wien.

DBM, Daimlerwerke Bericht an Militärkommando in Wien vom 12. Juli, 1916, Österreichisches Staats- und Kriegsarchiv Wien.

Das interessante Blatt, vom 20. Juli, 1916, 35. Jahrgang, Nummer 29, Stadtarchiv Wiener Neustadt.

Dörr, J.N., 1917. Die Windhose von Wiener Neustadt am 10. Juli 1916. *Meteorologische Zeitschrift* 34, Band 1, pp 1-14.

Doswell, C.A. III, H.E. Brooks, and N. Dotzek, 2009: On the implementation of the enhanced Fujita scale in the USA. *Atmos. Res.*, **93**, 554-563.

Doswell, C.A. III, 2012: Persönliche Mitteilung.

Dotzek, N., Berz, G., Rauch, E., Peterson, R.E., 2000. Die Bedeutung von Johannes P. Letzmanns "Richtlinien zur Erforschung von Tromben, Tornados, Wasserhosen und Kleintromben" für die heutige Tornadoforschung. *Meteorol. Z.* 9, 165–174.

Dotzek, N., J. Grieser, and H. E. Brooks, 2003: Statistical modeling of tornado intensity distributions. *Atmos. Res.* 67-68, 163-187.

Dotzek, N., M. V. Kurgansky, J. Grieser, B. Feuerstein, and P. N vir, 2005: *Observational evidence for exponential tornado intensity distributions over specific kinetic energy*. *Geophys. Res. Lett.*, **32**, L24813, doi:10.1029/2005GL024583.

Dotzek, N., 2005: *Tornado- und Downburstklimatologie*. Klimastatusbericht 2004, DWD, Offenbach.

Dotzek, N., 2009. Derivation of physically motivated wind speed scales. *Atmos. Res.* 93, 564–574.

Feuerstein, B., Groenemeijer, P., Dirksen, E., Hubrig, M., Holzer, A. M., Dotzek, N., 2011. Towards an improved wind speed scale and damage description adapted for Central Europe, *Atmospheric Research* 100, 547–564.

Fujita, T.T., 1971. Proposed characterization of tornadoes and hurricanes by area and intensity. SMRP research paper, vol. 91. University of Chicago. 42 pp.

Fujita, T.T., 1981. Tornadoes and downbursts in the context of generalized planetary scales. *J. Atmos. Sci.* 38, 1511–1534.

Fujita, T.T., 1992. *Mystery of Severe Storms*. Chicago University Press, Chicago. 298 pp.

Geissl, G., 2006. VOR 90 JAHREN eine verheerende Wirbelsturmkatastrophe in Wiener Neustadt. Dokumentation des Industrieviertelmuseums.

Gleichheit, vom 14. Juli, 1916, 22. Jahrgang, Nummer 28, Stadtarchiv Wiener Neustadt.

Hubrig, M., 2004. Analyse von Tornado- und Downburst-Windschäden an Bäumen. Forst und Holz 59, 78–84.

KBW, Kundmachung des Bürgermeisters betreffend die Wirbelsturmkatastrophe vom 11. Juli, 1916, Stadtarchiv Wiener Neustadt.

Letzmann, J.P., 1939. Richtlinien zur Erforschung von Tromben, Tornados, Wasserhosen und Kleintromben. Anlage XI, 91-110. September 1937. In: Météorologique Internationale, Secretariat de l'Organisation (Ed.), Klimatologische Kommission, Protokolle der Tagung in Salzburg, 13.- 17. IMO Publ. Nr., 38. Edouard Ijdo, Leyde. 149 pp.

Meaden, G.T., 1976. Tornadoes in Britain: their intensities and distribution in space and time. J. Meteor. U. K. 1, 242–251.

MV, Militär-Verpflegsfilialmagazin in Wiener Neustadt und Stadtrat an das Militär-Stations-Kommando Wiener Neustadt, Bericht vom 7. August, 1916, Stadtarchiv Wiener Neustadt.

MWS, Militärkommando Wien an Stadtrat am 4. August, 1916, Stadtarchiv Wiener Neustadt.

Oberschulrat Hans Wolf, ca. 1920, Leidvolle Tage einer Stadt und ihrer Umgebung, pp 210-213, Industrieviertelmuseum.

ÖBL, 1992. Österreichisches Biographisches Lexikon und biographische Dokumentation, Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Bd. 10, Lfg. 48, S. 284.

OHK, Oberbrandmeister Herbert Karl von der Feuerwehr Dreistetten, 2013, persönliche Mitteilung.

PMSK, Parte Militär-Stations-Kommando Wiener Neustadt vom 11. Juli, 1916, Österreichisches Staats- und Kriegsarchiv Wien.

Pistotnik, G., Holzer, A.M., Kaltenböck, R., Tschannett, S., 2011. An F3 downburst in Austria – A case study with special focus on the importance of real-time site surveys. Atmos. Res. 100, 565–579.

Svabik, O., Holzer, A.M., 2005. Kleinräumige, konvektiv verursachte Stürme und Wirbelstürme (Tornados) in Österreich. Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik, 36, ZAMG publication no. 417.

Svabik, O., 2013. Persönliche Mitteilung.

SSM, Stadtrat an städtisches Militärreferat am 15. Juli, 1916, Stadtarchiv Wiener Neustadt.

SNS, Stadtrat an niederösterreichische Statthalterei am 21. Juli, 1916, Stadtarchiv Wiener Neustadt.

Wegener, A., 1917. Wind- und Wasserhosen in Europa. Verlag Friedrich Vieweg und Sohn, Braunschweig.

WNN, 1916. Eine verheerende Windhose über Wiener Neustadt am 10. Juli 1916, Sonderabdruck der Wiener Neustädter Nachrichten.

Wiener Neustädter Zeitung, vom 12. Juli, 1916, 44. Jahrgang, Nummer 56

ZAMG, 1916. Täglicher Wetterbericht der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.

Danksagung

Die Studienautoren bedanken sich bei der Statutarstadt Wiener Neustadt unter Bürgermeister Bernhard Müller, BA, für die Unterstützung.

Im Besonderen danken wir dem Leiter der MA1, Herrn Mag. Thomas Izmenyi, und dem Leiter des Stadtarchivs Wiener Neustadt, Herrn Dr. Gerhard Geissl für die gute Zusammenarbeit.

Wir bedanken uns auch ganz herzlich bei Dr. Otto Svabik von der ZAMG in Wien für die Aushebung der originalen historischen Bergwetter-Beobachtungen.

Herzlich bedanken möchten wir uns auch bei allen, die durch Hinweise, Informationen oder andere Unterstützungen zum Werden dieser Arbeit beigetragen haben.

Anhang A (in Papierform und digitaler Form)

Tabellarische Auflistung aller Schäden

Liste der Todesopfer

Anhang B (in Papierform und digitaler Form)

Hochqualitative Karten historisch und aktuell

Anhang C (in Papierform und digitaler Form)

Digitalisierte Texte

Anhang D (in digitaler Form)

Digitalisierte Bilder