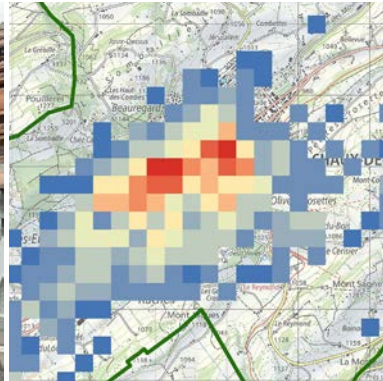
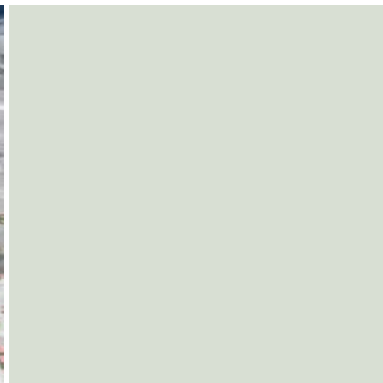
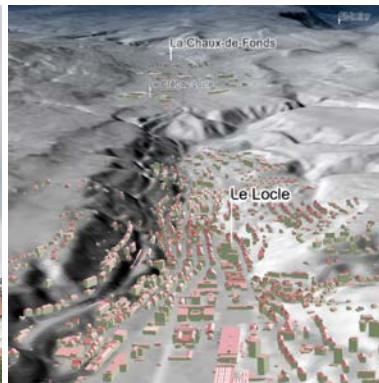


## Ereignisanalyse

# Sommersturm La Chaux-de-Fonds 2023



## Herausgeber

Alle Rechte vorbehalten © 2026  
Vereinigung Kantonalen Gebäudeversicherungen VKG  
Bundesgasse 20  
CH-3001 Bern  
[www.vkg.ch](http://www.vkg.ch)



## Autor

Dr. Markus Imhof

## Fachliche Beratung

Massimo Vitalba, Gebäudeversicherung Neuenburg  
Martin Jordi, VKG

## Koordination

Dr. Markus Imhof

## Übersetzung französische Version

Übersetzungsdienst VKG, Bern

## Layout-Vorlage

Rickli+Wyss AG, Bern

## Auflage

Die Publikation erscheint einzig in digitaler Form.

## Daten-/Informationsquellen

Schadenstatistik des Interkantonalen Rückversicherungsverbandes (IRV)  
Kantonale Gebäudeversicherung Neuenburg (ECAP)  
Geoportal des Kantons Neuenburg (SITN)  
Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz  
Bundesamt für Landestopografie swisstopo  
Bundesamt für Statistik (BFS)

## Bildquellen

Kantonale Gebäudeversicherung Neuenburg

Die wiedergegebenen Fotos von Gebäudeschäden wurden durch die Kantonale Gebäudeversicherung Neuenburg zur Veröffentlichung freigegeben. Sie wurden nach Möglichkeit anonymisiert. Aufnahmen von erkennbaren Personen wurden nicht verwendet. Dass abgebildete Gebäude anhand von Aussenansichten unter Umständen verortet werden können, lässt sich naturgemäss nicht vollständig ausschliessen.

Geoportal des Kantons Neuenburg (SITN)

Fotos mit der Quellenangabe «IRV» stammen vom Verfasser

<b>Impressum .....</b>	<b>2</b>
<b>Inhaltsverzeichnis .....</b>	<b>3</b>
<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>4</b>
<b>1. Einleitung .....</b>	<b>4</b>
<b>2. Untersuchungsgebiet .....</b>	<b>5</b>
<b>3. Meteorologischer Hintergrund .....</b>	<b>6</b>
<b>4. Luftgestützte Schadenerhebung .....</b>	<b>9</b>
<b>5. Sturm bzw. Sturmschäden aus Sicht der Gebäudeversicherung Neuenburg .....</b>	<b>10</b>
<b>6. Schaden- und Bestandesdaten als Basis der Ereignisanalyse .....</b>	<b>11</b>
<b>7. Räumliche Auswertung der Gebäudeschäden mittels GIS .....</b>	<b>12</b>
<b>8. Statistische Auswertung der Gebäudeschäden .....</b>	<b>18</b>
<b>9. Historische Sommersturm-Ereignisse .....</b>	<b>48</b>
<b>10. Präventionsmassnahmen .....</b>	<b>56</b>
<b>11. Erkenntnisse, Schlussfolgerungen, Ausblick .....</b>	<b>58</b>
<b>12. Dank .....</b>	<b>59</b>
<b>13. Literaturverzeichnis .....</b>	<b>60</b>
<b>Anhang: Nutzungscode .....</b>	<b>61</b>

## Zusammenfassung

Am 24. Juli 2023 zog eine kräftige Gewitter-Superzelle aus der französischen Nachbarregion Doubs (nördlich von Pontarlier) dem Neuenburger Jura entlang und gelangte schliesslich bis ins St. Immer-Tal (Vallon de St-Imier BE), wo sie sich schliesslich abschwächte. Ihre stärkste Intensität erreichte die Zelle um 11.30 Uhr MESZ in der Region La Chaux-de-Fonds NE, wo sie mit heftigen Böen innerhalb weniger Minuten schwere Zerstörungen verursachte. An der MeteoSchweiz-Station beim regionalen Flugplatz Les Éplatures südwestlich von La Chaux-de-Fonds wurde eine maximale 1-Sekunden-Böenspitze von 217 km/h verzeichnet, was dem höchsten je dort gemessenen Wert entspricht. Topografische Einflüsse hatten den Sturm wohl noch verstärkt: In der Verengung des Hochtals von Le Locle / La Chaux-de-Fonds bei Le Crêt-du-Locle wurde der Wind durch einen Düseneffekt wahrscheinlich zusätzlich beschleunigt.

Kurz nach dem Ereignis aufgenommene Orthofotos zeigen deutlich unterschiedliche Baumfallrichtungen: Entlang der Südflanke der Zugbahn dominieren parallele Fallrichtungen, typisch für Fallböen, entlang der Nordflanke deuten radiale Muster auf Tornadoaktivität hin. MeteoSchweiz interpretierte den Sturm daher als hybrides Ereignis, also als Kombination schwerer Fallböen, begleitet von einem Tornado.

Die Sturmwinde verursachten insbesondere in den beiden Gemeinden La Chaux-de-Fonds und Le Locle umfassende Sachschäden an Gebäuden, Fahrzeugen, Infrastruktur (Verkehr, Energieversorgung), Baumbeständen und Wäldern. Ein Mann verlor auf tragische Weise sein Leben, über vierzig Personen wurden verletzt.

Bei der Kantonalen Gebäudeversicherung des Kantons Neuenburg gingen mehr als dreitausend Schadenmeldungen über eine Gesamtsumme von gut CHF 130 Mio. ein. Damit handelte es sich um das bei weitem schwerste Elementarschadenereignis im Kanton Neuenburg in dessen Schadenhistorie seit 1930. Mit CHF 43'000.- fiel der mittlere Einzelschaden überdurchschnittlich hoch aus: In der dem Jahr 2023 vorangegangenen Zwanzigjahresperiode (2003 - 2022) betrug der durchschnittliche Sturmschaden im Kanton Neuenburg lediglich CHF 2'680.- (indexiert). Dies ist ein deutlicher Hinweis auf die ausserordentliche Intensität des Sturmereignisses im Juli 2023.

Neben der direkten Windlast spielte Trümmerschlag eine zentrale Rolle: Durch vom Sturm abgerissene und verfrachtete Bauelemente wurden zahlreiche Sekundärschäden verursacht, insbesondere in dicht bebauten Quartieren.

Die statistischen Analysen belegen, dass Gebäudetypen unterschiedlich verletzlich sind. Überdurchschnittlich betroffen waren Wohn-, Büro- und Ausbildungsgebäude. Unterdurchschnittlich beschädigt wurden Garagen, Sportgebäude sowie Landwirtschaftsbauten – meist aufgrund geringerer Exposition oder robusterer Bauweise. Auffällig ist zudem, dass neuere Gebäude tendenziell höhere Schadensgrade (Verhältnis Schadenssumme zu Versicherungswert) aufwiesen als ältere Bauten, was auf empfindlichere Fassaden- und Dachkonstruktionen moderner Architektur zurückzuführen sein dürfte.

Das Ereignis unterstreicht die Bedeutung der Elementarschadenprävention. Dazu gehören robuste Gebäudehüllen, widerstandsfähige Dachkonstruktionen, sorgfältige Unterhaltsplanung sowie die Berücksichtigung topografischer Verstärkungseffekte bei Raumplanung und Bauvorgaben. Die vorliegende Analyse liefert verwertbare Erkenntnisse für künftige Präventionsstrategien im Umgang mit Sommersturmereignissen.

## 1. Einleitung

Der Interkantonale Rückversicherungsverband IRV hat in den letzten zwanzig Jahren mehrere Analysen zu aussergewöhnlichen Elementarschadenereignissen entweder selbst publiziert oder aber Beiträge an solche geleistet, so zum Wintersturm «Lothar» 1999, zu den Sommerhochwassern 2005 und 2007, zu den Hagelschlägen 2009 und 2011 sowie zur Häufung von Unwettern im Sommer 2021 (WSL & BUWAL, 2001; Aller et al., 2005; Imhof & Heuberger, 2008; Imhof & Choffet, 2012; Imhof et al., 2015; Imhof, 2023). Eine spezifische Untersuchung eines Sommersturmereignisses fehlte bislang. Mit dem Gewittersturm im Neuenburger Jura am 24. Juli 2023 ergab sich nun die Möglichkeit, ein solches Ereignis detailliert unter die Lupe zu nehmen.

Die umfassende Datengrundlage und das ausführliche Bildmaterial der Gebäudeversicherung Neuenburg ermöglichten eine Vielzahl von Auswertungen, unter anderem mithilfe eines Geografischen Informationssystems (GIS). Diese lieferten aufschlussreiche Informationen zu Schadenintensität und Gebäudeverletzlichkeit. Daraus lassen sich in begrenztem Umfang auch Erkenntnisse für die Elementarschadenprävention ableiten.

## 2. Untersuchungsgebiet

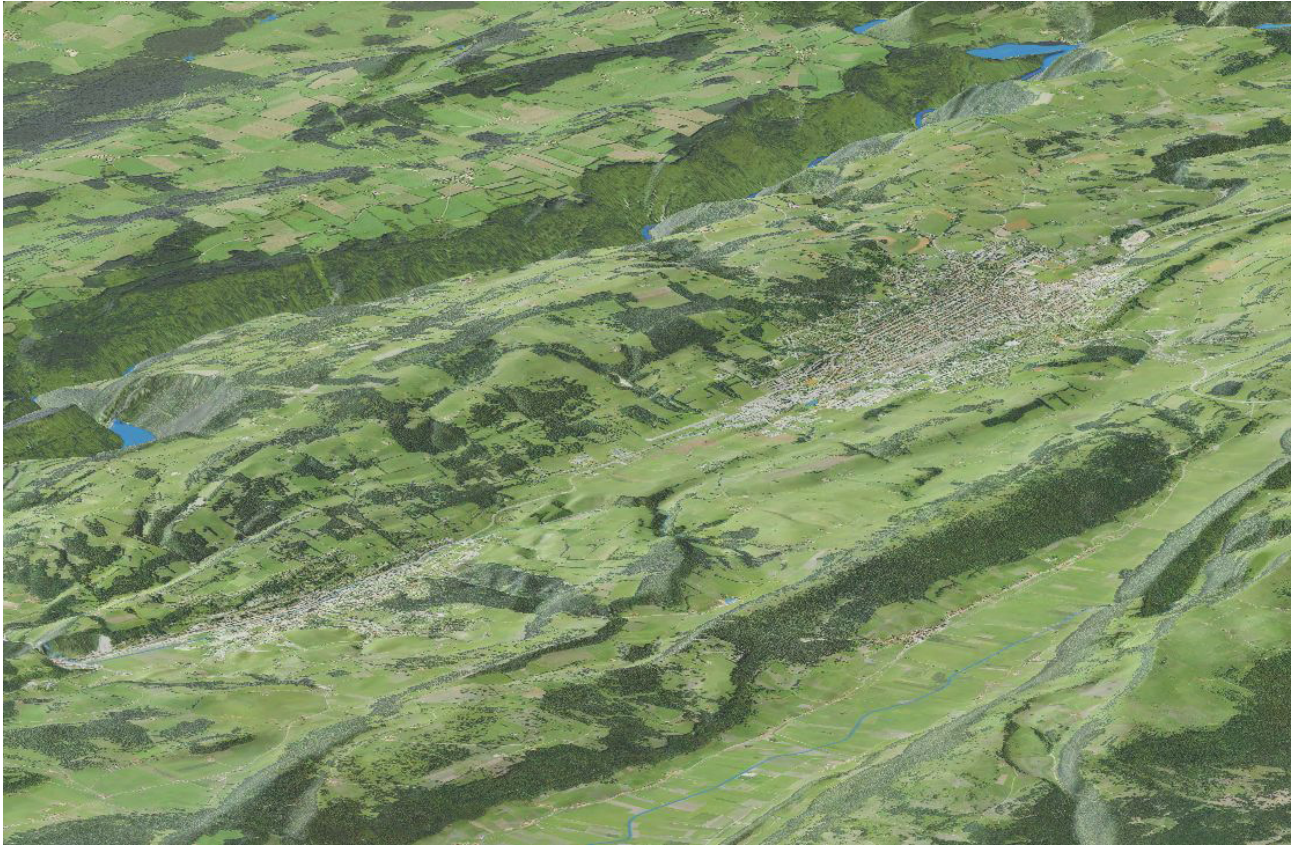


Abb. 1: Das Hochtal von Le Locle - La Chaux-de-Fonds von Süden her aus der (synthetischen) Vogelschau. Links das tiefer gelegene Tal von Le Locle (ca. 920 m ü.M.), anschliessend der am Kurvenverlauf der Talstrasse erkennbare Anstieg von Le Pied-du-Crêt nach Haut du Crêt ins Hochtal von La Chaux-de-Fonds (ca. 1'000 m ü.M.). (Atlas der Schweiz 3)

## 2. Untersuchungsgebiet

### La Chaux-de-Fonds<sup>1</sup>

Auf rund 1'000 m über Meer liegend, ist La Chaux-de-Fonds die höchstgelegene grössere Stadt der Schweiz. Das Gemeindegebiet erstreckt sich von 610 bis auf ca. 1'330 m ü.M. und deckt mit knapp 56 km<sup>2</sup> fast 2/3 des Untersuchungsgebiets ab. Der überwiegende Teil der Bevölkerung von gut 37'000 Personen wohnt in der Stadt La Chaux-de-Fonds. Untergeordnete Siedlungsschwerpunkte bilden Olives-Crosettes und Éplatures-Crêt du Locle.

Im übrigen Teil der Gemeinde überwiegen ländliche Streusiedlungen. Gemäss den Zahlen der Gebäudeversicherung Neuenburg umfasste die Gemeinde per 1. Januar 2024 knapp 7'100 Gebäude. Von diesen wurden 2'769 beschädigt, was einem Anteil von ca. 39 % entspricht.

<sup>1</sup> Etymologie: «Chaux» von keltisch «calm(is)»; wenig geneigtes, ertragsarmes, trockenes Wiesland (oft im Talboden); «Fonds» nicht sicher geklärt. (nach: Bossard / Chavan, 2006)

### Le Locle<sup>2</sup>

Die Gemeinde Le Locle umfasst mit nahezu 35 km<sup>2</sup> gut einen Drittel des Untersuchungsgebiets und liegt zwischen rund 710 und 1'330 m ü.M. Die Einwohnerzahl beträgt rund 11'000 Personen, die sich in der Stadt Le Locle (ca. 920 m ü.M.) sowie im Dorf Les Brenets (ca. 840 m ü.M.) konzentrieren. Erstere befindet sich in der Verlängerung der Talung von La Chaux-de-Fonds, ist von dieser aber durch die Wasserscheide bei Le Crêt-du-Locle getrennt (Abb. 1 und 2). Les Brenets hingegen liegt auf einer Hangschulter über dem Lac des Brenets und damit bereits im Nachbartal.

Das übrige Gemeindegebiet ist durch Streusiedlung geprägt. Die früher selbständige Gemeinde Les Brenets fusionierte 2021 mit Le Locle. Am 1. Januar 2024 zählte die Gemeinde Le Locle rund 3'400 Gebäude. Davon erlitten 243 einen Schaden, also ca. 7 % aller Gebäude.

<sup>2</sup> Etymologie: von keltisch «lokos» oder lateinisch «lacus» = kleiner Teich; im übertragenen Sinne auch sumpfiges Gelände. (nach: Bossard / Chavan, 2006)

### 3. Meteorologischer Hintergrund

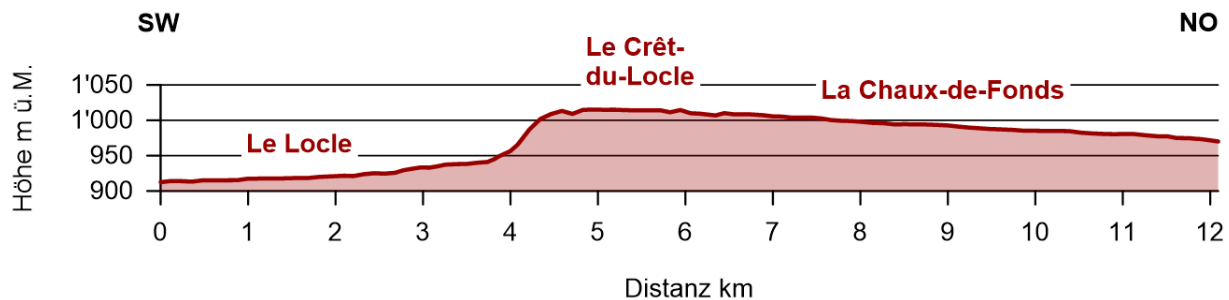


Abb. 2: Überhöhtes Längsprofil vom Südwestrand von Le Locle entlang der Talachse bis zum nordöstlichen Rand von La Chaux-de-Fonds. Auffallend ist die markante Steigung im Bereich von Kilometer 4. (Datenquelle: SITN)

### 3. Meteorologischer Hintergrund

(Die folgenden Ausführungen basieren auf dem Fachbericht Nr. 287 der MeteoSchweiz: Peyraud et al., 2024.)

Am Vormittag des 24. Juli 2023 lag die Westschweiz im Einflussbereich einer kräftigen südwestlichen Höhenströmung in einer angefeuchteten, mässig instabilen Luftmasse vor einer über Nordostfrankreich liegenden Kaltfront. Die vorrückende Bodenkaltfront begünstigte die Entwicklung von Gewitterzellen, indem sie die bodennahen Luftmassen in die Höhe verdrängte. Diese Luftmasse war gekennzeichnet durch aussergewöhnlich starke vertikale Windscherung<sup>3</sup> (Abb. 3). Der starke Windgradient sowohl bezüglich der Windrichtung als auch der Windgeschwindigkeit förderte die Entstehung heftiger Böen in Bodennähe sowie das Auftreten eines Tornados (Abb. 4).

Die Superzelle hatte sich bereits vor ihrer Ankunft in La Chaux-de-Fonds aufgebaut. Sie folgte der als «Gewitterschiene» bekannten Jurakette. Dabei wurde die Zelle durch Morphologie und Verlauf der Talung von Le Locle nach La Chaux-de-Fonds kanalisiert. Das Tal weist nach Nordosten hin sowohl horizontal – zwischen den beiden das Tal begrenzenden Höhenzügen – als auch vertikal von Le Locle bis Le Crêt-du-Locle eine Verengung auf (Abb. 1 und 2), was wahrscheinlich zur Verstärkung der Windböen beigetragen hat.



Abb. 3: Wolken machen Windscherung sichtbar: Starke Höhenwinde haben den Eisschirm («Amboss») dieser Gewitterwolke (Cumulonimbus) weit vom tiefer liegenden, windschwächeren Quellgebiet über dem Berner Oberland fortgetragen. Es besteht somit ein markanter vertikaler Windgradient. (Foto: IRV)

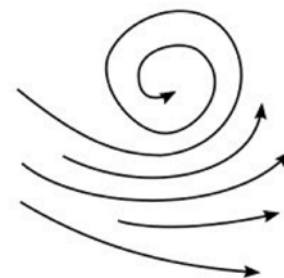


Abb. 4: Schema der Windströmung in Bodennähe für ein hybrides Ereignis. (aus Peyraud et al., 2024)

<sup>3</sup> Windscherungen sind plötzliche scharfe Änderungen der Richtung und / oder der Geschwindigkeit des Windes, hervorgerufen durch das Aneinandervorbeiströmen zweier unmittelbar benachbarter Luftschichten, die jeweils unterschiedliche Eigenschaften aufweisen. Es gibt sowohl horizontale als auch vertikale Windscherungen. Die vertikalen Windscherungen treten bei unterschiedlichen Luftströmungen an den Grenzflächen unmittelbar übereinander befindlicher Luftschichten auf. (Wetter- und Klimalexikon des Deutschen Wetterdienstes DWD; aufgerufen am 29. Okt. 2025)

Eine solche Beschleunigung eines Luftstroms beim Passieren einer Verengung wird als Venturi-Effekt oder Düsenwirkung bezeichnet. Es ist daher plausibel, dass die Topografie dazu beigetragen hat, die Gewitterzelle durch Anhebungsvorgänge zu verstärken. Inwiefern auch die charakteristische schachbrettartige Bebauung von La Chaux-de-Fonds mit parallel zum Talverlauf von Südwesten nach Nordosten orientierten Strassenachsen die Ausrichtung und Geschwindigkeit der Windböen beeinflusst hat, lässt sich nur schwer beurteilen (Abb. 5). Davon betroffen worden wäre aber hauptsächlich der Kernbereich der Stadt.

Die Daten des Schweizer Radarmessnetzes belegen eindeutig Rotationsbewegungen in der Gewitterzelle. Die Ausprägung der Waldschäden an der Nordflanke der Zugbahn bei La Chaux-de-Fonds liefert zudem Hinweise auf eine Verstärkung der Böen durch tornadoähnliche Zirkulation, weshalb eine Interpretation als hybrides Ereignis wahrscheinlich erscheint (Abb. 4).

Der direkte Nachweis einer tornadoartigen Zirkulation in Bodennähe am 24. Juli 2023 bei La Chaux-de-Fonds ist anhand der verfügbaren Radardaten aber schwierig, da vier der fünf Schweizer Radarstationen (La Dôle, Pointe de la Plaine Morte, Monte Lema, Weissfluhgipfel) alle über 1'600 m ü.M. liegen und nur oberhalb dieses Höhenniveaus Messdaten liefern (tiefste Elevation, d.h. Ausrichtung der Radarantenne:  $-0.2^\circ$ ; Schröer et al., 2022).



Abb. 5: Blick von der Aussichtsplattform des Turms «Espacité» in La Chaux-de-Fonds entlang der Avenue Léopold-Robert nach Südwesten in Richtung Le Locle. Der Horizont zeichnet das Querprofil des Tales nach. (Foto: IRV)

Einzig die Radarstation Albis (938 m ü.M.) befindet sich auf einer mit La Chaux-de-Fonds vergleichbaren Höhe.

Die im Gelände und anhand von Luftbildern untersuchten Waldschäden an der Nordflanke der Zugbahn von nordwestlich von Le Locle bis nördlich von La Chaux-de-Fonds zeigen aber radiale Strukturen, was auf den Durchzug eines Tornados hindeutet: Die umgestürzten Bäume lagen regellos in alle Richtungen am Boden (Abb. 6 und 8).

An der Südflanke ist die Ausrichtung der umgestürzten Bäume deutlich homogener, d.h. mehr oder weniger parallel (Abb. 7 und 8): Die Baumkronen weisen überwiegend nach Osten bis Nordosten und zeichnen sozusagen die Windvektoren der Fallwinde nach. Dies lässt das Auftreten eines Microbursts am Südrand der Superzelle vermuten. Als Microburst wird eine Fallböe bzw. ein Downburst mit einem Schadenradius von weniger als 4 km Ausdehnung bezeichnet (MeteoSchweiz-Blog vom 25. Juli 2023). Dies trifft im vorliegenden Fall ungefähr zu.

Die an der MeteoSchweiz-Station La Chaux-de-Fonds bei Les Éplatures gemessene 1-Sekunden-Böe von 217 km/h liegt gerade ausserhalb des bis 126 km/h kalibrierten und vom Hersteller bis 216 km/h gewährleisteten Anwendungsbereichs des Sensors (Schalenkreuzanemometer «Lambrecht» 14152; Abb. 9), doch lassen Ereignisablauf, Untersuchungen an der Messstation, die Messdaten selbst, Vergleiche mit benachbarten Stationen und die aufgetretenen Schäden den gemessenen Wert plausibel erscheinen. Für den exakten Zeitpunkt der Spitzenböen sind wegen Datenausfalls keine Werte der unmittelbar benachbart auf dem Kontrollturm des Flugplatzes stehenden Windmesser verfügbar. Die Messstation auf dem 5 ½ km nordöstlich davon gelegenen Swisscom-Mast auf dem Mont Cornu verzeichnete aber 4 ½ Minuten nach der Böenspitze von Les Éplatures eine 3-Sekunden-Böenspitze von 166 km/h.

Die Station bei Les Éplatures ist seit 1980 in Betrieb. Der zweithöchste dort bisher gemessene Wert betrug 135 km/h, trat aber während des Wintersturms «Lothar» am 26. Dezember 1999 auf, also nicht im Zusammenhang mit einer Gewitterzelle. MeteoSchweiz weist der am 24. Juli 2023 gemessenen Böenspitze eine statistische Wiederkehrperiode von 100 bis 300 Jahren zu.

Ebenfalls seit 1980 wurden in der Schweiz einzig an fünf Stationen (Grosser St. Bernhard, Jungfrauojoch, Weissfluhjoch, Säntis, Gütsch / Andermatt) – durchwegs über 2'000 m ü.M. gelegene Gipfel- oder Passmessstationen – höhere 1-Sekunden-Böen gemessen, jedoch allesamt während Winterstürmen, was den Vergleich mit dem Messwert von Les Éplatures erschwert.



Abb. 6: Baumstämme liegen in verschiedenste Richtungen beim Lycée Blaise-Cendrars am südwestlichen Rand von La Chaux-de-Fonds (Norden ist oben; Quelle: SITN).



Abb. 7: Baumstämme liegen weitgehend parallel zur Zugbahn der Gewitterzelle bei La Combe-des-Enfers nordöstlich von Le Locle (Norden ist oben; Quelle: SITN)

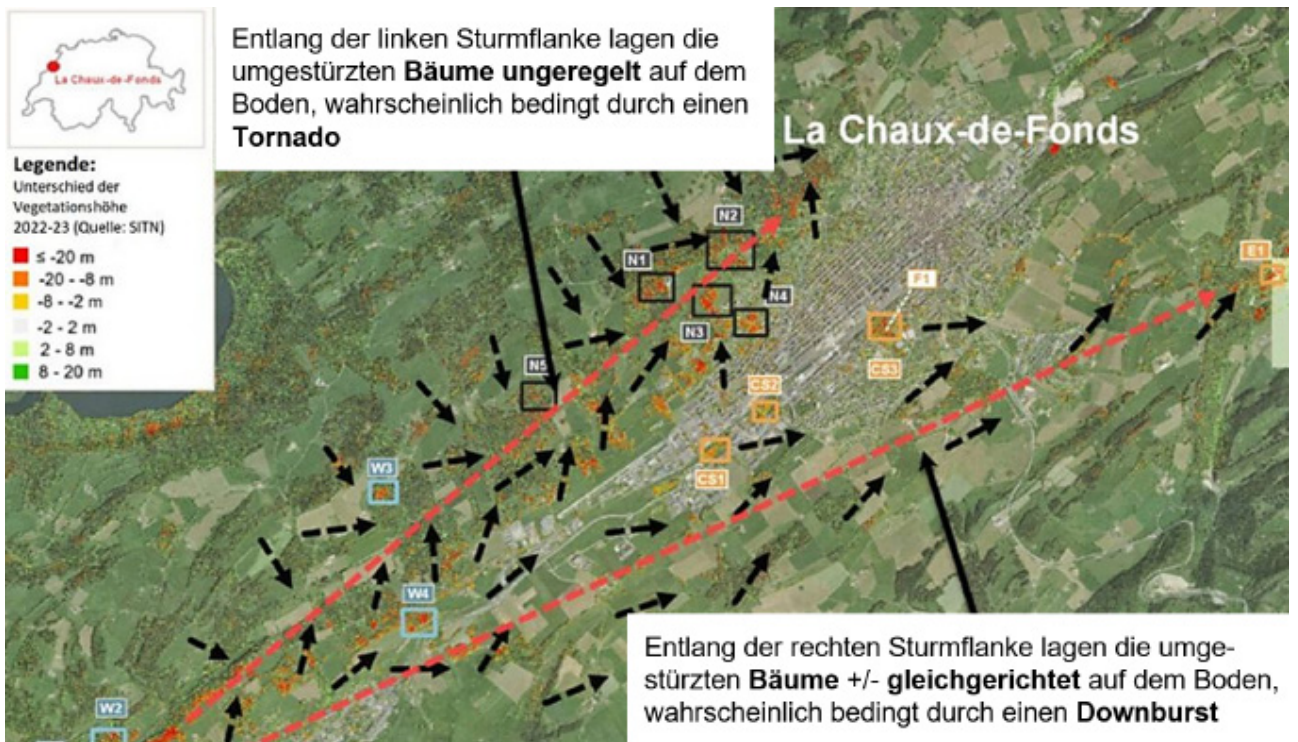


Abb. 8: Auswertung der Fallrichtung umgestürzter Bäume im Kerngebiet des Sturmereignisses (schwarze strichlierte Pfeile) sowie daraus abgeleitete Interpretation. (Norden ist oben; nach Peyraud et al., 2024, verändert)

## 4. Luftgestützte Schadenerhebung



Abb. 9: MeteoSchweiz-Messstation La Chaux-de-Fonds bei Les Éplatures mit Schalenkreuzanemometer «Lambrecht» 14152 auf 10 m-Mast. (Foto: IRV)

Als höchster je gemessener Wert gelten 268 km/h, registriert auf dem Grossen St. Bernhard am 27. Februar 1990 während des Wintersturms «Vivian» (MeteoSchweiz).

Historisch zeigt sich, dass Fallböen und besonders Tornados im Waadtländer und Neuenburger Jura auffällig häufig auftraten, vor allem in der Vallée de Joux und in der Region von La Chaux-de-Fonds. Laut Piaget (1976) stammt der älteste Hinweis auf einen Tornado in der Vallée de Joux aus dem Jahr 1624. Weitere bekannte Fälle in der bezeichneten Region ereigneten sich in den Jahren 1890, 1926, 1930, 1934, 1971, 1956 und 2015 ([www.sturmarchiv.ch](http://www.sturmarchiv.ch), aufgerufen am 15. Dez. 2025). Offenbar begünstigt das Relief des Juras Windscherung bei gewitterträchtigen Wetterlagen und damit die Entstehung von Tornados. Peyraud et al. (2024) äussern sich dazu folgendermassen:

*«Obwohl es schwierig ist festzustellen, inwieweit die Topografie die Entstehung der in La Chaux-de-Fonds gemessenen heftigen Windböen beeinflusst hat, ist der Jurazug als Gewitterkorridor bekannt. Zusätzlich zur natürlichen Konvergenz, die durch die Tageserwärmung in der warmen Jahreszeit entlang des Kamms bei Wind aus W bis SW entsteht, kommt es zu einer dynamischen Konvergenz. Eine solche begünstigt häufig die Entstehung von Gewittern in instabilen Luftmassen und trägt auch dazu bei, deren Zugrichtung zu steuern. Darüber hinaus werden Südwinde in den unteren Schichten entlang der Topografie der Jurakämme im Vergleich zu den Voralpen begünstigt, was zu einer Erhöhung der Windscherung beiträgt.»*

Wir beschliessen hier die Ausführungen zu den meteorologischen Zusammenhängen des Ereignisses und verweisen stattdessen auf die wesentlich ausführlichere meteorologische Analyse im Fachbericht Nr. 287 der Meteo Schweiz (Peyraud et al., 2024).

### 4. Luftgestützte Schadenerhebung

*(Die folgenden Ausführungen basieren hauptsächlich auf dem Bericht von Riedo et al., 2024)*

Die umfassende Kartierung und Dokumentation unmittelbar nach einem Unwetterereignis liefert wertvolle Informationen für verschiedenste Nutzerkreise. Daher betrauten die Behörden des Kantons Neuenburg gemeinsam mit der Gebäudeversicherung Neuenburg unmittelbar nach dem Sturm die Firma «Sixense Helimap» mit der luftgestützten Erhebung der Sturmschäden. Das hauptsächliche Schadengebiet umfasste mit den Städten Le Locle und La Chaux-de-Fonds sowie den benachbarten Waldflächen über 30 km<sup>2</sup>. Die grossflächigen Datenerhebungen wurden mittels Helikopterbefliegungen durchgeführt. Aus den Flugdaten wurden Orthofotos mit 2, 5 und 10 cm räumlicher Auflösung, Schrägansichten sowie LIDAR-Daten mit einer Auflösung von 100 Punkten/m<sup>2</sup> gewonnen.

Wichtig war dabei die rasche Verfügbarkeit der aus den Daten abgeleiteten Produkte. Bereits drei Tage nach dem Sturm, also am 27. Juli 2023, erfolgte der erste Überflug, in dessen Verlauf rund 5'000 Luftbilder mit 2 cm Auflösung und LIDAR-Punktdaten mit einer Dichte von ca. 60 Punkten/m<sup>2</sup> gewonnen werden konnten. So standen den Einsatzkräften (Service Incendie Secours – SIS) bereits am 28. Juli erste Rohbilder zur Verfügung und am Folgetag schon Orthofotos, was ihnen die Planung der Räumungsarbeiten auf den beschädigten Dachflächen entscheidend erleichterte.

Anschliessend wurden verfeinerte und um LIDAR-Daten ergänzte Datensätze geliefert. Weitere Flüge folgten und reicherten diese mit weiteren Daten an. Insgesamt wurden fast 15'000 Luftbilder und 25 Milliarden LIDAR-Punkte erhoben, durch die Fachleute des «Système d'Information du Territoire Neuchâtelois» (SITN) verarbeitet und auf dessen Geoportal aufgeschaltet.

Die Gebäudeversicherung Neuenburg erhielt eine eigene abgeschlossene Applikation auf dem SITN-Portal, das ihr ermöglichte, auf die über 3'000 beschädigten Gebäude und deren hinterlegte Schadendossier-Daten zuzugreifen. Die Orthofotos erleichterten der Gebäudeversicherung die korrekte Schadensschätzung, indem im Vorher-Nachher-Bildvergleich der eingetretene Wertverlust abge-

## 5. Sturm bzw. Sturmschäden aus Sicht der Gebäudeversicherung Neuenburg

schätzt werden konnte. Die aus den Orthobildern gewonnene Gesamtschau über das Schadengebiet trug zu einer zuverlässigeren Abschätzung der Gesamtschadensumme bei und ermöglichte dessen Aufteilung in Bearbeitungssektoren auf die verfügbaren Schadensschätzer.

Dem «Service de la faune, des forêts et de la nature» (SFFN) lieferten die Orthofotos ebenfalls wertvolle Informationen zur räumlichen Verteilung der Waldschäden, wie sie vom Boden aus nicht zu gewinnen gewesen wären. Die Geodaten halfen bei der Priorisierung der Arbeitseinsätze, der Einschätzung der Zugänglichkeit, der darauf abgestimmten Anlage von Holzzwischenlagern und der Bestimmung der sicherheitshalber abzusperrenden Waldwegabschnitte.

Via Verschneidung der neuen Daten mit LIDAR-Daten der Swisstopo aus dem Jahr 2022 wurden dreidimensionale Veränderungen der Kronenhöhe im betroffenen Waldgebiet sowie in den Baumbeständen im Siedlungsraum berechnet und daraus die örtlich angefallene Fallholzkubatur abgeschätzt (Abb. 10).

Aus den Orthofotos bestimmte die MeteoSchweiz die Ausrichtungsmuster der umgestürzten Bäume und erhielt damit entscheidende Indizien für die Interpretation des Sturmphänomens als «hybrides Ereignis». Darauf wurde bereits weiter oben eingegangen (Abb. 8).

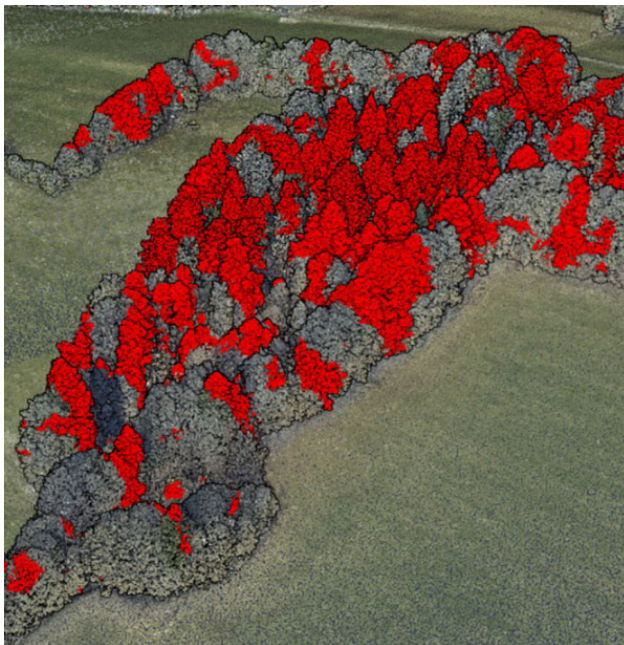


Abb. 10: Differenz LIDAR 2022 - 2023 eines Gehölzes oberhalb von Les Éplatures. Man beachte die feine Auflösung: Selbst kleinere beschädigte Kronenteile der einzelnen Bäume sind problemlos erkennbar. (Quelle: Geoportal 3D LIDAR)

### 5. Sturm bzw. Sturmschäden aus Sicht der Gebäudeversicherung Neuenburg

Die «Ausführungsbestimmungen zum Gesetz über Schutz und Versicherung von Gebäuden» (RLAB; Version 15. März 2017) definieren die versicherungstechnischen Anforderungen für die Anerkennung eines Sturmschadens wie folgt (deutsche Übersetzung des Originaltextes):

#### Art. 19

1 Als Sturm wird eine durch atmosphärische Bedingungen verursachte Luftbewegung von aussergewöhnlicher Heftigkeit bezeichnet.

2 Ein Sturm wird vermutet, wenn in der Umgebung des versicherten Objekts bei einer Mehrheit der ordnungsgemäss errichteten und instand gehaltenen Gebäude insbesondere die Dächer teilweise oder vollständig abgedeckt wurden.

3 Liegen keine Feststellungen im Sinne von Absatz 2 vor, ersetzt die Gebäudeversicherung den Schaden, wenn die Windgeschwindigkeit in Bezug auf den versicherten Gegenstand mindestens 63 km/h im 10-Minuten-Mittel oder einzelne Windböen mindestens 100 km/h erreicht haben.

Die Gebäudeversicherung stützt sich somit in erster Linie auf Kollektivschäden in der Umgebung des schadenverdächtigen Gebäudes und erst zweitrangig auf konkrete Messwerte. Dies, weil das bestehende Stationsmessnetz die örtlich sehr variablen Windgeschwindigkeiten nur beschränkt abbilden vermag. So umfasst das Windmessnetz der MeteoSchweiz und ihren Partnern im Kanton Neuenburg dreizehn Stationen. Im Schnitt entfallen somit auf jede Station rund 62 km<sup>2</sup> Kantonsfläche, entsprechend einem Umkreis mit einem Radius von 4.4 km um jede Station. Damit lassen sich die lokal herrschenden Windbedingungen, wie sie beispielsweise in den einzelnen Strassenzügen der Stadt La Chaux-de-Fonds herrschten, nicht zuverlässig dokumentieren.

Im Zusammenhang mit dem Sommersturm im Juli 2023 waren sowohl das Kriterium «aussergewöhnliche Heftigkeit» als auch jenes für «Kollektivschäden» zumindest im Kernbereich des Ereignisses eindeutig erfüllt. Auch die Daten der Messstationen beim Flugplatz Les Éplatures und auf dem Mont Cornu übertrafen bezüglich der Böenspitzen den definierten Schwellwert bei weitem.

## 6. Schaden- und Bestandesdaten als Basis der Ereignisanalyse

Die Versicherten sind gemäss den gesetzlichen Grundlagen der Gebäudeversicherung Neuenburg verpflichtet, Schäden unmittelbar nach deren Entdeckung an die Gebäudeversicherung zu melden. Die Geschädigten haben hierfür die Möglichkeit, ihren Schaden telefonisch oder per E-Mail zu melden, oder aber ein Online-Formular auszufüllen. Die Gebäudeversicherung entscheidet daraufhin, ob eine Schadensschätzung vor Ort vorzunehmen ist oder ob der Schaden aufgrund der verfügbaren Informationen ohne Besichtigung vergütet wird. Bei Elementarschäden fällt für die Geschädigten in jedem Fall ein Selbstbehalt an, der in der Regel 10 % der Schadenssumme, mindestens aber CHF 300.- und maximal CHF 1'000.- beträgt.

Die Geschädigten sind zudem verpflichtet, unmittelbar nach Feststellung des Schadens von sich aus geeignete Massnahmen zu ergreifen, um sicherzustellen, dass sich der Schaden nicht verschlimmert, zum Beispiel durch nachfolgende Regenfälle. Im Zusammenhang mit Sturmschäden sind dies Massnahmen wie beispielsweise die Abdeckung undichter Dachflächen oder das Abdichten beschädigter Fenster.

Dazu gehört auch sicherzustellen, dass allfällige Gefahrenquellen für die Öffentlichkeit (zum Beispiel lose auf dem Dach herumliegende Ziegel) möglichst umgehend entschärft werden:

*«Das ist das Erste, was zu tun ist, wenn es instabile Elemente gibt, wie einen Kamin oder Dachziegel, die herunterzufallen drohen. Dies kann durch Kontaktaufnahme mit einem Bauunternehmen erfolgen, das in der Lage ist, die Trümmer zu demontieren und zu entsorgen.»*

(Cédric Richard, Schätzungsexperte der Gebäudeversicherung Neuenburg in der Tageszeitung «ArctInfo» vom 24. Juli 2023.)

### 6. Schaden- und Bestandesdaten als Basis der Ereignisanalyse

Die Schadendaten der Gebäudeversicherung Neuenburg erlauben aufgrund ihres Detaillierungsgrades recht vielfältige Möglichkeiten der Auswertung. Dasselbe gilt für die Bestandesdaten, die die versicherungstechnischen Informationen der einzelnen Gebäude umfassen. Mithilfe der objektspezifischen Gebäudeversicherungsnummer lassen sich die Schadendaten mit den Bestandesdaten verknüpfen, wodurch sich den Schadenfällen zusätzliche nutzbare Informationen zuordnen lassen.

Für die Ereignisanalyse erwiesen sich folgende Informationen als aufschlussreich:

- **Schadennummer:**  
Eine individuelle Nummer der einzelnen Schadenfälle, die diese eindeutig kennzeichnet.
- **Gebäudeversicherungsnummer:**  
Eine individuelle Nummer für jedes bei der Gebäudeversicherung Neuenburg versicherte Gebäude. Sie erlaubt eine Verknüpfung der Schadendaten mit den Bestandesdaten der Gebäudeversicherung, beispielsweise für die Zuweisung der geografischen Koordinaten und somit der Lokalisierung der Schadenfälle.
- **Schadenursache:**  
Bezeichnung des schadenverursachenden Prozesses; im Fall des untersuchten Ereignisses war dies Sturmwind. Einzelne Hagel- und Überschwemmungsschäden wurden in der Studie nicht berücksichtigt.
- **Schadendatum:**  
Datum des Schadeneintritts; es erlaubt die Identifikation der Schadenfälle, die auf das Sturmereignis vom 24. Juli 2023 zurückzuführen sind.
- **Nutzungscode:**  
Beschreibt, wie die jeweiligen Gebäude genutzt werden, also beispielsweise für Wohnen, für Landwirtschaft oder für Industrie und Gewerbe (vgl. Anhang).
- **Baujahr:**  
Jahr, in dem das versicherte Gebäude erstellt (bzw. von der Bauzeit- in die reguläre Versicherungsdeckung übernommen) wurde. Die Zahl ist mit Vorbehalt zu betrachten, da ein älteres Gebäude durch neuere An- oder Umbauten grundlegend verändert worden sein kann, so dass das Baujahr nur für einen Teil des Gebäudes aussagekräftig ist. In der Regel gibt das Baujahr aber einen nützlichen Hinweis auf Baustandard und Ausstattung der Gebäude.
- **Bauweise:**  
Klassierung der Gebäude nach ihrem Anteil an verbautem brennbarem Material zur Berücksichtigung des Brandrisikos in der Versicherungsprämie.
- **Versicherungssumme / -wert:**  
Von der Gebäudeversicherung festgelegter Betrag, der für die Wiederherstellung eines Gebäudes im Falle eines Totalverlusts an die Gebäudeeigentümerschaft ausbezahlt würde.
- **Schadensumme** (geschätzt / reserviert / ausbezahlt nach Abzug des Selbstbehaltes):  
Nennt die Höhe der Vergütung, die der Gebäudeeigentümerschaft im konkreten Schadenfall von der Gebäudeversicherung ausbezahlt wird bzw. wurde.

## 7. Räumliche Auswertung der Gebäudeschäden mittels GIS

- **Selbstbehalt:**  
Pro Schadenfall ist ein von der Schadenssumme abhängiger Betrag durch die Gebäudeeigentümerschaft selbst zu übernehmen. Er beträgt in der Regel 10 % der Schadenssumme, mindestens jedoch CHF 300.- und höchstens CHF 1'000.-.
- **Schadenbeschreibung:**  
Textfeld für die Beschreibung der Art des eingetretenen Gebäudeschadens und der beschädigten Bauelemente, z.B. «Dacheindeckung beschädigt».
- **Gebäudeadresse:**  
Standortadresse des jeweiligen Gebäudes.
- **Geografische Koordinaten:**  
Standortkoordinaten des jeweiligen Gebäudes; sie erlauben räumliche Auswertungen mithilfe eines Geografischen Informationssystem (GIS).

### 7. Räumliche Auswertung der Gebäudeschäden mittels GIS

In den Bestandesdaten der Gebäudeversicherung Neuenburg sind die Schweizer Landeskoordinaten der Einzelobjekte enthalten und daher die Gebäude exakt lokalisierbar. Dies ermöglicht Auswertungen am Geografischen Informationssystem, so dass räumliche Zusammenhänge im vom Sturm betroffenen Gebiet untersucht werden können.

Für die Wiedergabe der räumlichen Auswertungen der Gebäudeschäden mittels GIS wurde eine Auflösung von 250 × 250 m (6.25 ha) festgelegt. Dabei handelt es sich um einen mit der Gebäudeversicherung Neuenburg ausgehandelten Kompromiss: Einerseits soll vermieden werden, dass einzelne Gebäude identifiziert werden können (Schutz personenbezogener Daten), andererseits soll die Auflösung die Erkennung räumlicher Strukturen des Schadenereignisses erlauben.

#### Anzahl der Schadenfälle pro Flächeneinheit

Abb. 11 zeigt auf, wo pro Flächeneinheit am meisten Gebäude beschädigt wurden. Die Auswertung nach der Anzahl Gebäudeschäden pro Flächeneinheit zeigt eine deutliche Häufung im zentralen Siedlungsbereich von La Chaux-de-Fonds mit zwei lokalen Maxima. Das eine befindet sich nördlich des Bahnhofareals, das andere im Nordostteil der Stadt. Beide sind Teil einer länglichen Zone mit vielen Schadenfällen, die die gesamte Innenstadt umfasst. Dieses Schwerpunktgebiet lässt sich zum Teil mit dem In-

tensitätsmaximum des hybriden Sommersturms erklären, ist aber vor allem eine Folge der dort besonders hohen Gebäudedichte: Die Schadenfälle werden in der Regel pro Gebäudeeinheit gemeldet, und je dichter diese stehen, desto höher fällt auch die Dichte der Schadenfälle aus. In den dunkelroten Zellen wurden über 70 Schadenfälle pro Zelle gemeldet (entspricht  $\geq 11$  Fällen/ha). Hinzu kommt, dass Trümmerschlag (siehe Kasten) bei hoher Gebäudedichte besonders wirksam ist (Owen, 2015). Interessanterweise liegt der älteste Teil der Stadt – die «Ville Ancienne» mit ihren sehr eng stehenden Altstadtgebäuden – nicht im dunkelroten Maximum. In Kapitel 8 wird näher darauf eingegangen, weshalb historische Gebäude offenbar seltener Schäden verzeichneten als modernere.

Ein lokales Maximum befindet sich zudem beim Industrie- und Gewerbezentrum von Le Crêt-du-Loche mit Werten von über 30 Schäden pro Flächeneinheit ( $\geq 5$  Schadenfälle/ha). Aufgrund der lockereren Bebauung und grösseren Gebäudeeinheiten (Industrie- und Gewerbegebäude) werden hier die Werte von La Chaux-de-Fonds nicht erreicht, obwohl die Sturmintensität mindestens vergleichbar war.

#### «Domino-Effekt?» – Nein: «Trümmerschlag»!

Die Fachleute der Gebäudeversicherung Neuenburg stellen bei ihren Schadenerhebungen einen ausserordentlich hohen Anteil sekundärer Gebäudeschäden fest, verursacht durch von Nachbargebäuden abgerissene Trümmerteile. Dadurch sei die Schadenssumme gegenüber den direkten Sturmschäden noch wesentlich erhöht worden.

Weidmann (2010) nennt dieses Phänomen «Domino-Effekt» mit der Erklärung, dass «Objekte vom Sturm an benachbarte, unversehrte Objekte geschleudert werden und dadurch zu weiteren Schäden führen. [...] Die Trümmerteile des ersten sturmgeschädigten Gebäudes A führen bei Gebäude B und C zu weiteren Schäden, welche ihrerseits weitere Schäden generieren können. Je grösser die Zahl der benachbarten Gebäude und je geringer ihr Abstand, desto weiter kann sich der Domino-Effekt fortpflanzen. Die Ausbreitung eines Schadens, [...] kann sich exponentiell [sic!] vergrössern und zu hohen Gesamtschäden führen.»

Wir lehnen den Begriff «Domino-Effekt» ab, da man sich darunter spontan einen linearen repetitiven Prozess vorstellt, der in definierter Richtung kontinuierlich abläuft: Ein Dominostein wirft seinen nächsten Nachbar um, dieser im Fallen den übernächsten usw. Es kippt dabei immer jeweils ein Stein. Weidmann beschreibt aber eine anschwellende Kaskade: Eine zunehmende Zahl von Trümmern schlägt immer noch mehr Trümmer aus den Gebäuden heraus. Aus physikalischer Sicht ist aber fraglich, wie die postulierten Trümmer ihre Energie auf mehrere Folge-

trümmer übertragen sollen, so dass sich der Prozess derart aufschaukelt, dass er die zahlreichen beobachteten Sekundärschäden erklärt. Vielmehr enthält der «Trümmerstrom» in der Luft überwiegend die am leichtesten durch Sturmböen mobilisierbaren Bauelemente (Abb. 23).

Es leuchtet ein, dass die windaufwärts am Siedlungsrand stehenden Gebäude weniger Trümmereinschläge abbekommen als die windabwärtigen. Dies aber nicht wegen einer sich verselbständigenden Trümmerkaskade, sondern einfach, weil der Sturm auf seinem Weg über das

Siedlungsgebiet laufend neue Bauelemente von Gebäuden ab- / mitreisst, so wie ein ursprünglich trockener Wind beim Queren einer Meeresfläche ständig mehr Wasserdampf aufnimmt. Die schwankende Windrichtung erklärt die von Weidmann beschriebene windabwärts fächerartige Ausbreitung der Trümmer in einem Sektor von ca. 30°.

Wir bevorzugen daher in unserer Publikation den Begriff «Trümmerschlag» in Analogie zu den Begriffen «Vogel-schlag» (z.B. in der Luftfahrt) und «Steinschlag» (an Fahrzeugfrontscheiben).

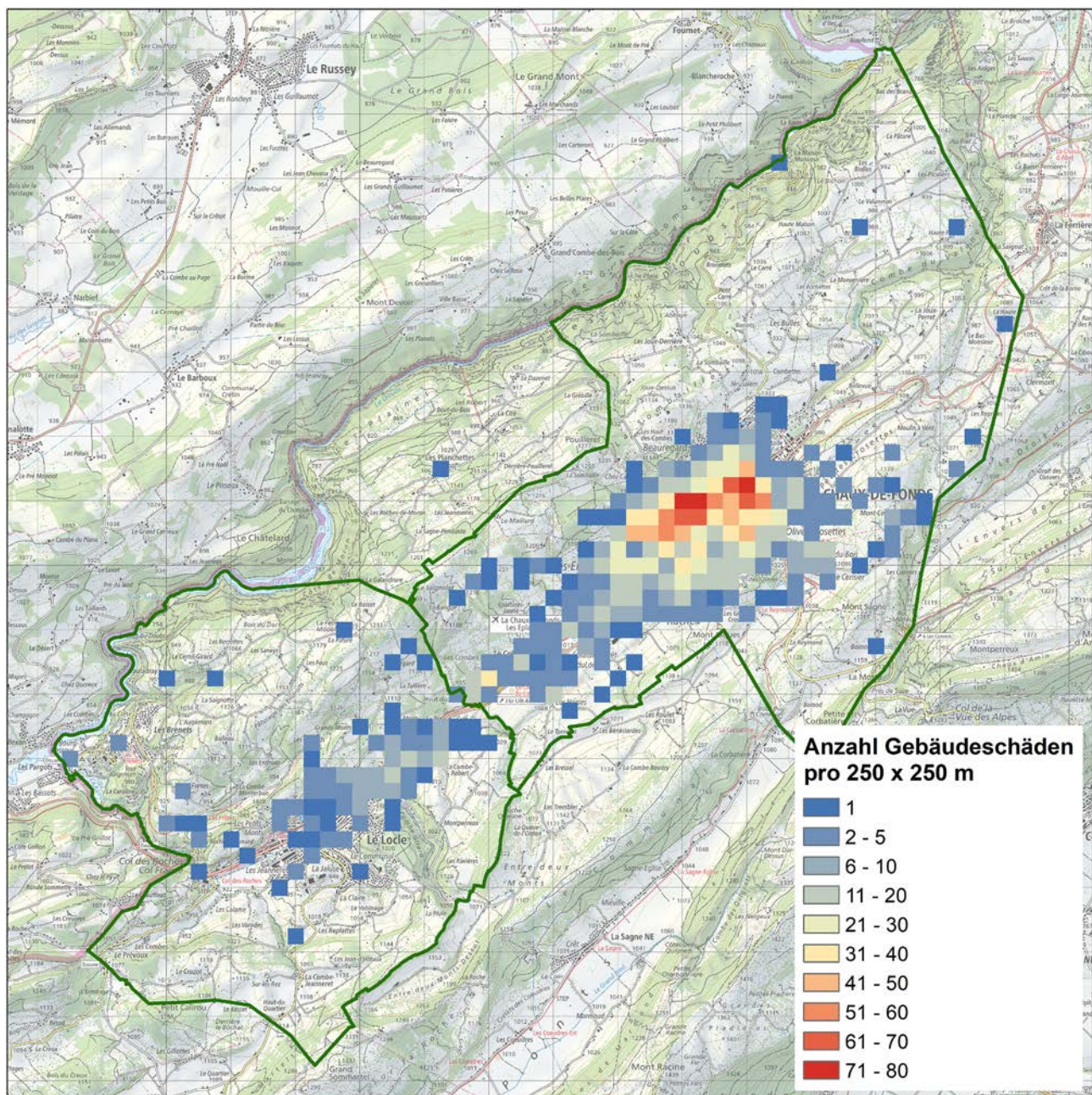


Abb. 11: Anzahl der Gebäudeschäden pro Zelle von 250 × 250 m (6.25 ha). Eine deutliche Häufung zeichnet sich im zentralen Bereich von La Chaux-de-Fonds ab (rötlich). Ein lokales Maximum befindet sich zudem bei Le Crêt-du-Loche (gelb). Die Zahl der Schadenfälle hängt eng mit der Gebäudedichte zusammen. (Datenquellen: ECAP NE, Swisstopo)

### Prozentualer Anteil beschädigter Gebäude pro Flächeneinheit

Der prozentuale Anteil beschädigter Gebäude pro Zelle (Abb. 12) beschreibt, welcher Prozentsatz der Gebäude in einer Zelle von 250 × 250 bzw. von 6.25 ha beschädigt wurde. Dabei wird jedoch nicht nach der Schadenhöhe unterschieden: Unabhängig davon, ob der Gebäudeversicherung nur ein paar defekte Dachziegel gemeldet wurden

oder aber die weitgehende Zerstörung des Gebäudes, wird hier jeder Schadenfall gleichermassen gewichtet. Die Auswertung zeigt deutlich, wo die Intensität des Ereignisses am stärksten war. So konzentrieren sich die dunkelroten Werte im Bereich von Le Crêt-du-Loche, wo die Windgeschwindigkeiten des Sturms vermutlich durch den Venturi-Effekt zusätzlich beschleunigt wurden. Die Werte im Zentrum von La Chaux-de-Fonds liegen im Vergleich dazu etwas tiefer. Einzelne dunkelrote Zellen oder Zell-

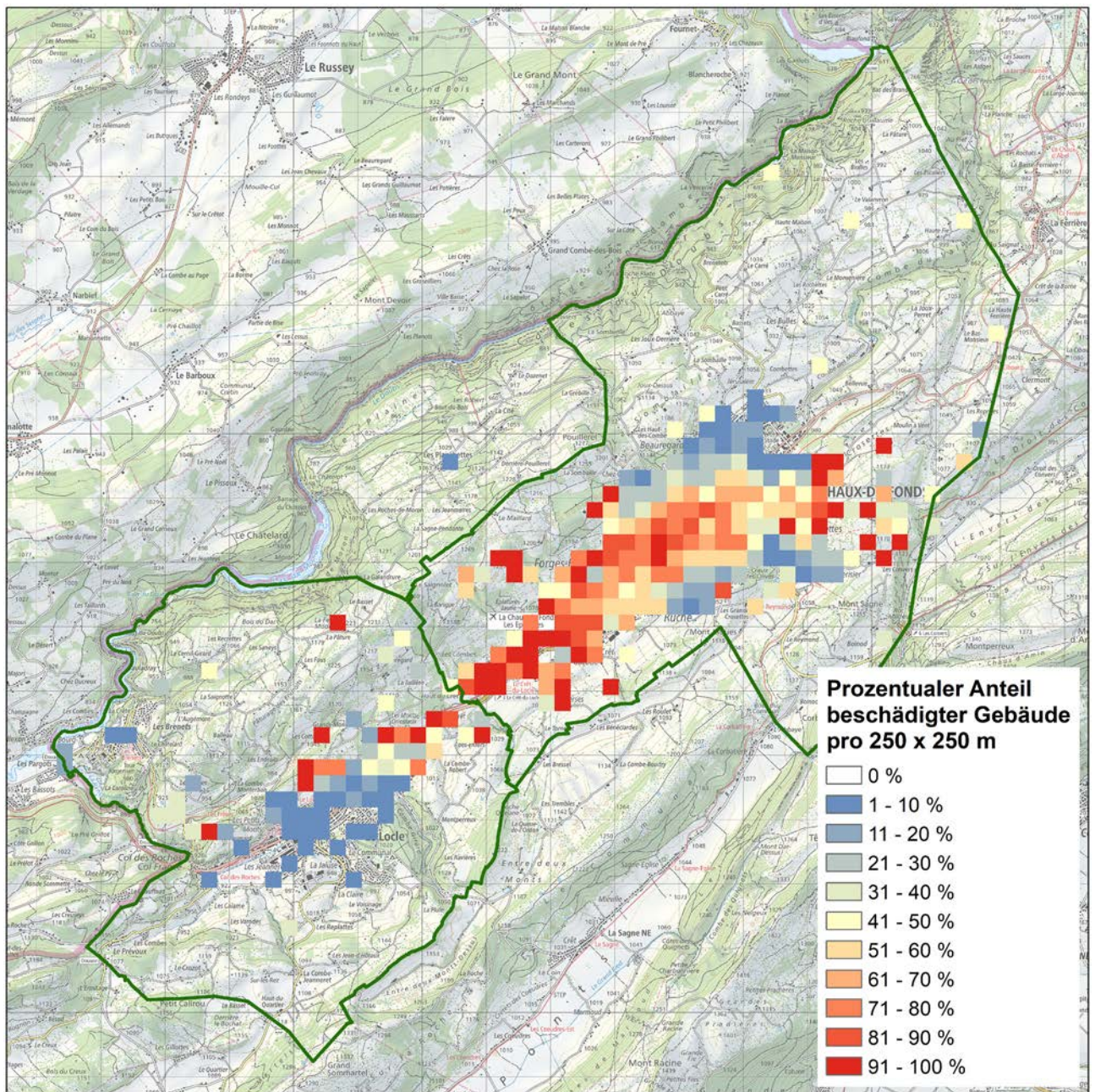


Abb. 12: Prozentualer Anteil beschädigter Gebäude pro Zelle von 250 × 250 m (6.25 ha). Im Vergleich zu Abb. 11 wird hier der Einfluss der Gebäudedichte ausgeblendet: Die Werte sind teilweise auch dort hoch, wo die Gebäude dünn gestreut sind. Das Ergebnis liefert eine recht gute Aussage zur räumlichen Intensität des Schadenereignisses. (Datenquellen: ECAP NE, Swisstopo)

gruppen zeigen sich auch an den Talflanken und im Anströmbereich (Luv) von Anhöhen, also in topografisch ausgesetzten Lagen. Dies zeigt sich besonders deutlich bei Le Locle, dessen Kerngebiet relativ tiefe Werte aufweist, wohingegen an der Hangflanke von Les Monts hohe Werte auftreten.

Die Interpretation von dunkelroten Einzelzellen ist aber insofern etwas heikel als im Prinzip ein einziges beschädig-

tes einsam gelegenes Gebäude zu einer dunkelroten Zelle führt, da es 100 % aller Gebäude in dieser Zelle repräsentiert. Dunkelrote Zellen im Streusiedlungsgebiet gilt es daher zurückhaltend zu interpretieren.

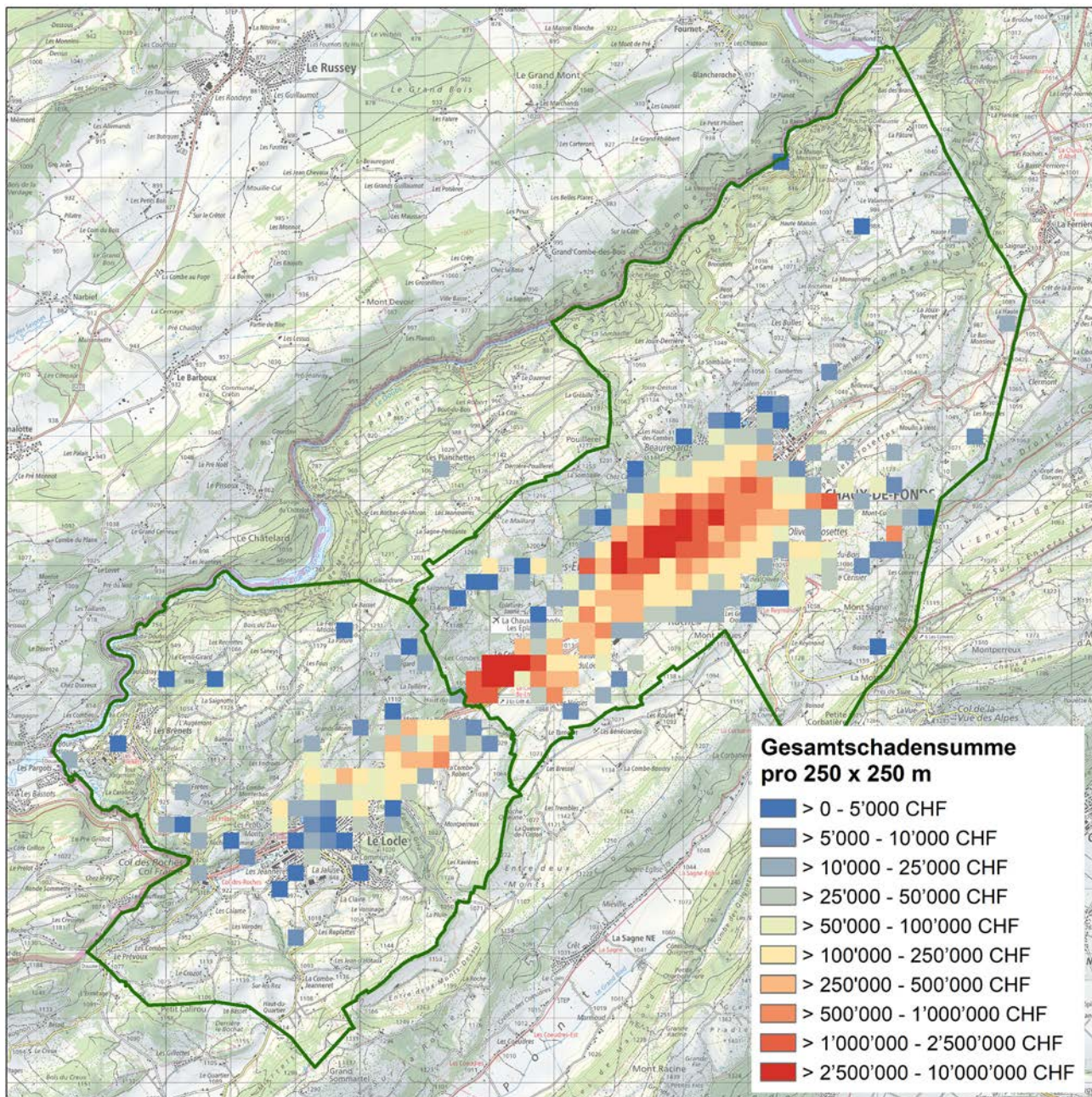


Abb. 13: Gesamtschadenssumme pro Zelle von 250 × 250 m (6.25 ha). Deutlich erkennbar sind die zwei Schwerpunkte bei Le Crêt-du-Locele und in der Innenstadt von La Chaux-de-Fonds. Die Werteverteilung wird stark durch die Dichte der kumulierten Gebäudeversicherungssummen bestimmt. (Datenquellen: ECAP NE, Swisstopo)

### Gesamtschadensumme pro Flächeneinheit

Betrachtet man die Gesamtschadensumme pro Zelle in CHF (Abb. 13), gewinnt man ein monetäres Abbild der Schadenwirkung: Wo traten pro Flächeneinheit die höchsten Wertverluste auf? Dies war einerseits bei Le Crêt-du-Loche mit seinen grossen Gewerbe- und Industriebauten der Fall, andererseits in der Kernstadt von La Chaux-de-Fonds, wo die Dichte versicherter Werte am höchsten ist.

Hierin spiegelt sich somit nicht allein die Sturmintensität, sondern ebenso die Wertkonzentration. Mit bis zu mehreren CHF 100'000./-ha liegen die Schadensummen übrigens in der gleichen Grössenordnung, wie sie im zentralen Bereich intensiver Hagelzüge auftreten, auch was die Zerstörungskraft pro Zeiteinheit – jeweils wenige Minuten – betrifft (z.B. Imhof et al., 2015).

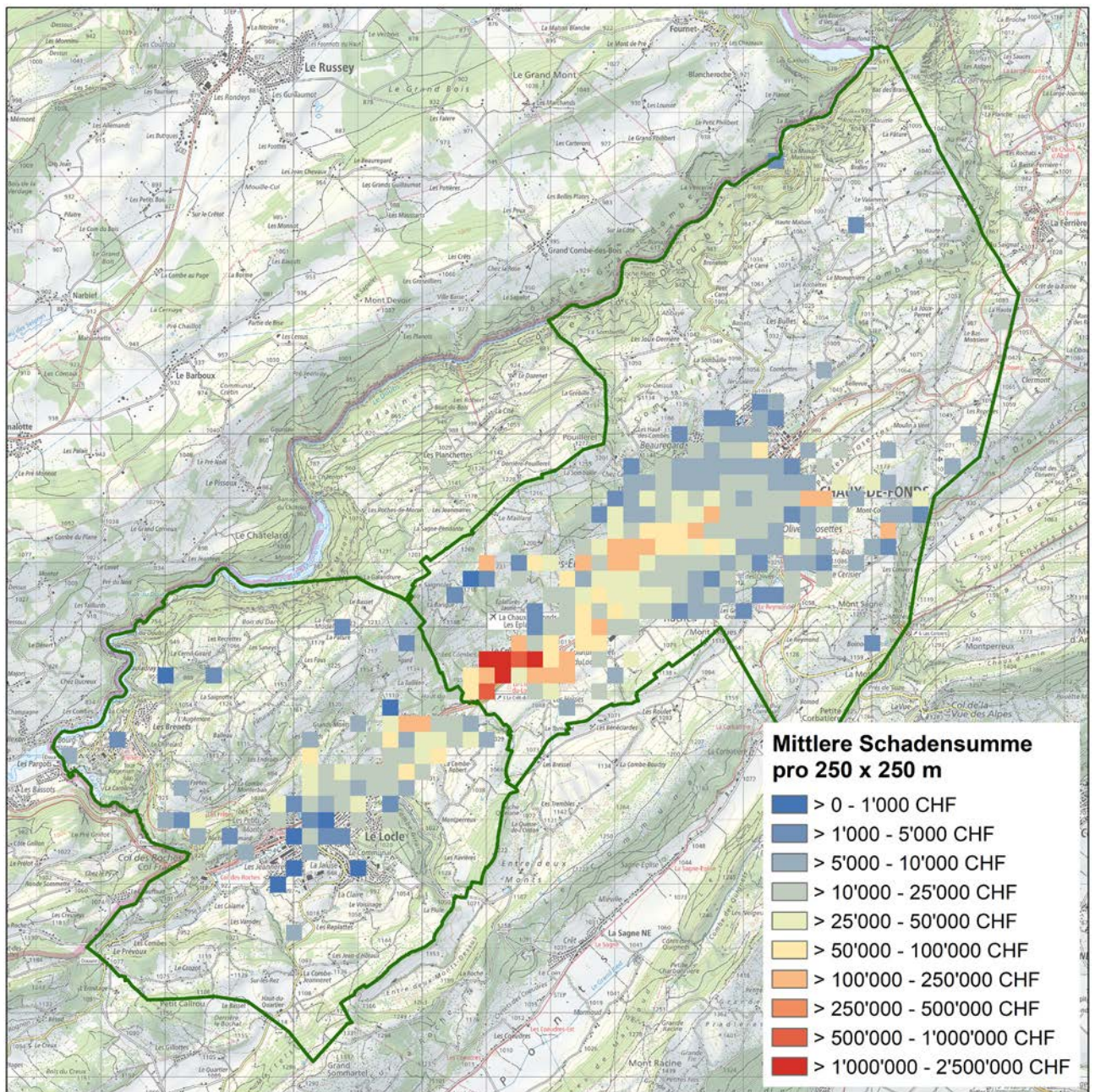


Abb. 14: Durchschnittliche Schadensumme pro Zelle von 250 x 250 m (6.25 ha). Die durchschnittlichen Schadenbeträge pro Gebäude erreichen bei Le Crêt-du-Loche die weitaus höchsten Werte mit vereinzelt > CHF 1 Mio. innerhalb der dunkelroten Zellen. Die Analyse liefert eine recht gute Aussage zur Intensität des Sturmereignisses. Der Schadensschwerpunkt liegt wie in Abb. 13 bei Le Crêt-du-Loche. (Datenquellen: ECAP NE, Swisstopo)

### Durchschnittliche Schadenhöhe pro Flächeneinheit

Abb. 14 zeigt die Verteilung der Durchschnittsschäden, also die gemittelte Schadensumme pro Zelle. Die entsprechenden Werte sind in erster Linie von der Intensität des Sturmes bzw. dessen Zerstörungswirkung abhängig: Je höher die Intensität, desto bedeutender der mittlere Schaden pro Gebäude. Die hohen Werte treten hier nicht in den Bereichen mit dem höchsten Schadenpotenzial auf, sondern dort, wo der Sturm am stärksten getobt hat, also insbesondere bei Le Crêt-du-Locele, daneben an den Talflanken und im Anströmbereich von Anhöhen.

Weiter hängt der Zellenwert auch von der Verletzlichkeit der jeweiligen Gebäude und in schwächerem Mass vom Gesamtgebäudewert ab in dem Sinne, dass Gebäude von geringerem Wert nicht dieselben Schadenhöhen erleiden können wie jene mit hoher Versicherungssumme (vgl. Abb. 19). Offensichtlich fiel somit bei Le Crêt-du-Locele die höchste Sturmintensität mit dem Standort wertvoller Gebäude von begrenzter Widerstandsfähigkeit zusammen: Die grossen Industriegebäude mit ihren empfindlichen Aus-senhüllen in Leichtbauweise (Abb. 15).

### Mittlerer Schadengrad pro Flächeneinheit

Die Karte in Abb. 16 gibt ebenfalls die räumliche Verteilung der Zerstörungswirkung des Sommersturms wieder. Im Unterschied zu Abb. 14 aber nicht absolut in CHF, sondern im Verhältnis zur Versicherungssumme des jeweiligen Gebäudes. Dadurch tritt die Verletzlichkeit der Gebäude noch stärker hervor: Ein robustes Gebäude büsst auch im Intensitätsmaximum des Sturmes prozentual einen geringeren Anteil am Versicherungswert ein als ein empfindliches Objekt. Das Verteilungsmuster – obwohl aufgrund der abweichenden Farbabstufung auf den ersten Blick sehr unterschiedlich erscheinend – enthüllt bei genauerer Betrachtung teilweise ähnliche Strukturen wie Abb. 12: Das räumlich ausgedehnteste Maximum mit über 20 % Schadengrad liegt bei Le Crêt-du-Locele, weitere Maxima befinden sich entlang der Talflanken und im Luv von Anhöhen (Les Monts oberhalb Le Locle, Le Pied du Crêt vor dem Geländeanstieg nach Le Crêt-du-Locele und Pouillerel-Postiers-Chevreuils am Hang nordwestlich von La Chau-de-Fonds). Im Kernbereich von La Chau-de-Fonds sind die Werte hingegen deutlich tiefer. Es fällt auf, dass die höchsten Werte somit nicht in den am dichtesten bebauten Gebieten liegen, sondern vornehmlich ausserhalb. Zu vermuten ist, dass es sich dabei überwiegend um Bauten in relativ verletzlicher Leichtbauweise handelt.



Abb. 15: Schadensschwerpunkt bei Le Crêt-du-Locele. Die grossen Industriegebäude in Leichtbauweise vermochten dem Sturm nicht zu widerstehen und erlitten schwere und kostspielige Schäden an der Gebäudehülle und teils gar am Tragwerk. (Quelle: ECAP NE)

## 8. Statistische Auswertung der Gebäudeschäden

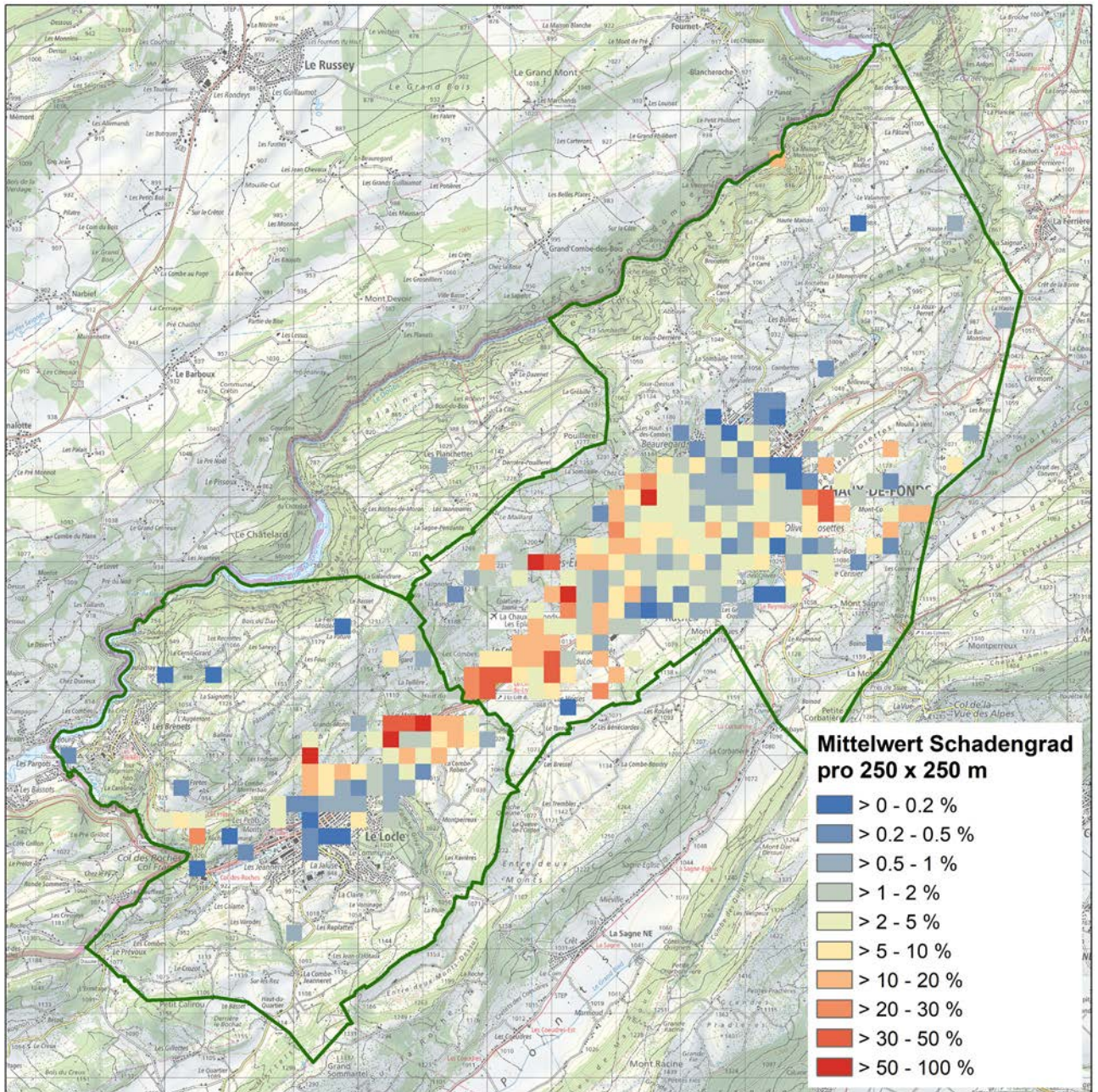


Abb. 16: Durchschnitt des Schadengrades pro Flächenquadrat von 250 × 250 m (6.25 ha). Der Schadengrad entspricht dem Quotienten von Schadenssumme geteilt durch Versicherungswert in %, also dem Anteil des Gebäudewerts, der durch das Schadenereignis «vernichtet» wurde. Ein markanter Schwerpunkt ist nicht zu erkennen, doch liegen die höchsten Werte wiederum im Gebiet von Le Crêt-du-Locle, daneben sind die Werte an Hanglagen auffällig hoch. (Datenquellen: ECAP NE, Swisstopo)

### 8. Statistische Auswertung der Gebäudeschäden

Für Sturmschäden an Gebäuden gilt in der Schweiz folgendes Schutzziel:

«Die Norm SIA 261 legt das 50-jährliche Ereignis fest als Schutzziel gegen Wind für normale Wohn- und Gewerbe-

gebäude. Gebäude, Aussenwände und Dach müssen den dadurch entstehenden Belastungen vollumfänglich standhalten und es dürfen keine Bauteile abreißen, z.B. Fassadenelemente oder Aufbauten wie Antennen oder Solaranlagen. Bei Berücksichtigung sämtlicher Sicherheitsfaktoren resultiert ein wesentlich höheres Schutzziel (ca. 150-jährlicher Wind).» ([www.schutz-vor-naturgefahren.ch](http://www.schutz-vor-naturgefahren.ch), aufgerufen am 28. Nov. 2025)

Gemäss der Karte «Referenzwert des Staudrucks» der Norm SIA 261 (2014) liegen Le Locle, der nordwestliche Teil von La Chaux-de-Fonds sowie grosse Teile des dazwischenliegenden Talbodens in der Zone, wo statistisch einmal in 50 Jahren auf freiem Gelände in 10 m Höhe mit Staudruck von 1.1 kN/m<sup>2</sup> bzw. mit Böenspitzen von 168 km/h zu rechnen ist. Weidmann (2010) führt für La Chaux-de-Fonds 141 km/h für 50-jährliche, 150 km/h für 100-jährliche Böenspitzen an. Für den Nachweis der Tragwerkssicherheit werden jeweils Sicherheitsmargen für Windkräfte eingerechnet, die seltener als einmal in 100 Jahren auftreten (Weidmann, 2010). Die bei Les Éplatures gemessene Böenspitze von 217 km/h lag aber weit darüber. Schäden waren somit auch an konform zu den SIA-Normen erstellten Gebäude zu erwarten. Es greift daher zu kurz, den betroffenen Gebäuden aufgrund der aufgetretenen Schäden pauschal ungenügende Robustheit zu unterstellen. Unabhängig davon ist es dennoch aufschlussreich, die aufgetretenen Schäden näher unter die Lupe zu nehmen.

### Einfluss der Bauweise auf die Gebäudeverletzlichkeit

Eine detaillierte Erhebung der Gebäudeverletzlichkeit im Untersuchungsgebiet wäre in diesem Zusammenhang äusserst interessant, deren objektweise Erfassung aber sehr aufwendig und würde den Rahmen unserer Untersuchung sprengen. Leider enthalten die Daten der Gebäudeversicherung Neuenburg keine aussagekräftigen Indikatoren für die Gebäudeverletzlichkeit. Das auf den ersten Blick interessant wirkende Attribut «Mode de construction» (Bauweise) liefert aufgrund der nur drei unterschiedenen Klassen «massiv», «gemischt» und «nicht-massiv» nur wenig nutzbare Information. Zudem bezieht sich der Begriff «Bauweise» rein auf den brennbaren Anteil der Bausubstanz, nicht auf konstruktive Eigenschaften. Anders ausgedrückt: Ein in nicht-massiver Bauweise erstelltes Gebäude kann prinzipiell gegenüber Sturm ebenso gut verletzlich wie auch widerstandsfähig konstruiert sein.

Definition «Mode de construction» gemäss Gebäudeversicherung Neuenburg:

- **massiv:**  
nicht brennbarer Anteil 100 - 80 %
- **gemischt:**  
nicht brennbarer Anteil < 80 - 50 %
- **nicht-massiv:**  
brennbarer Anteil > 50 %

(Tarifreglement der Gebäudeversicherung Neuenburg, Stand 21. März 2023)

Die Auswertung der beschädigten Gebäude nach ihrer Bauweise liefert folgendes Ergebnis:

- Der Medianwert des Schadengrades bei Gebäuden **massiver Bauart** beträgt 0.77 %
- Der Medianwert des Schadengrades bei Gebäuden **gemischter Bauart** beträgt 0.63 %
- Der Medianwert des Schadengrades bei Gebäuden **nicht-massiver Bauart** beträgt 1.14 %

(Der robustere Medianwert wurde dem arithmetischen Mittelwert vorgezogen, da die Schadengrade sehr stark streuen.)

Es scheint also, dass nicht-massive Gebäude im Verhältnis zu ihrem Versicherungswert am stärksten beschädigt wurden, gefolgt von massiven Gebäuden. Die Gebäude mit gemischter Bauweise lieferten den tiefsten Medianwert, waren also am wenigsten betroffen.

Die Interpretation dieses Ergebnisses ist problematisch. Dass nicht-massive Gebäude die höchsten Schadengrade aufweisen, mag aufgrund der suggestiven Bezeichnung einleuchten. Dass hingegen massive Gebäude diesbezüglich noch vor den Gebäuden mit gemischter Bauweise liegen, passt nicht ins einfache Denkschema.

Tatsächlich betreffen aber die allermeisten Sturmschäden die Gebäudehülle. Daher hängt die Gebäudeverletzlichkeit in erster Linie von deren Qualität ab, nicht von der Materialisierung des Konstruktionsvolumens. Die «Bauweise» ist somit keine brauchbare Bestimmungsgrösse für die Gebäudeverletzlichkeit. Wesentlich entscheidendere Faktoren als der Anteil brennbaren Materials am Gebäude sind die Ausgestaltung der Gebäudehülle und deren Unterhaltszustand.

### Schäden nach Art der Gebäudenutzung

Eine weitere Möglichkeit der Schadenanalyse eröffnet die Auswertung nach Nutzungsart der beschädigten Gebäude: Gebäude welcher Nutzung wurden überdurchschnittlich häufig beschädigt, welche wurden weitgehend verschont?

In Abb. 17 wird der Prozentsatz betroffener Gebäudekategorien mit deren Anteil am gesamten Gebäudebestand im Untersuchungsgebiet verglichen. Die Kategorien werden anhand ihrer Nutzungsart unterschieden (Wohnen, Landwirtschaft, Gewerbe und Industrie usw.; vgl. Beschreibung im Anhang). Dabei zeigen sich deutliche Unterschiede:

- Die am Gesamtbestand weit überwiegenderen **Wohngebäude** dominieren auch bei den Schäden. Sie sind dort um einen Faktor 1.2 übervertreten. Offensichtlich sind Wohngebäude überdurchschnittlich anfällig auf Sturmschäden. Dies gilt übrigens ebenfalls in Bezug auf Hagelschäden (Imhof & Choffet, 2012; Imhof et al., 2015). Anscheinend sind Wohngebäude gegenüber meteorologischen Naturgefahren verletzlicher als andere Gebäudetypen. Inwieweit hierzu auch die höhere Erwartungshaltung der Kundschaft – ein Schaden am Eigenheim schmerzt mehr als z.B. an einem Stallgebäude – beiträgt, muss hier offen bleiben.
- Im selben Mass überrepräsentiert sind auch Gebäude des **Gastgewerbes**. Da sie von der Bauweise her oft mit Wohngebäuden vergleichbar sind, überrascht das Ergebnis nicht. Die insgesamt nur vierzehn betroffenen Gebäude dieser Kategorie erlauben allerdings keine belastbare Interpretation. Die betroffenen Gebäude befinden sich grösstenteils in der Innenstadt von La Chaux-de-Fonds sowie bei Les Éplatures-Crêt du Locle.
- Gar um einen Faktor 1.8 übervertreten sind **Bürogebäude**. Moderne Bürogebäude weisen üblicherweise grosse Fenster- und Storenflächen sowie oft empfindliche Fassadenverkleidungen auf. Aus diesem Blickwinkel erscheint das Ergebnis plausibel. Das Erscheinungsbild der vielen Bürogebäude in den Schadenfotos der Gebäudeversicherung Neuenburg stützt die Vermutung. Hinzu kommt die ausgeprägte Bürogebäudekonzentration in der Innenstadt von La Chaux-de-Fonds, wo Trümmerschlag besonders wirksam war.
- Leicht untervertreten sind **Verkaufsgebäude** (Faktor 0.9). Bei diesen handelt es sich in vielen Fällen um relativ einfache Zweckbauten ohne aufwendige Architektur (Ladengeschäfte, Warenhäuser, Supermärkte, Kioske, Tankstellen, Ausstellungshallen). Infolgedessen scheinen sie robuster gegenüber Sturmböen zu sein. Kleine Ladengeschäfte (Boutiquen) werden allerdings oft in Gebäuden mit überwiegender Wohn- oder Büronutzung betrieben und erscheinen daher in der Auswertung nicht als Verkaufsgebäude. Die betroffenen Verkaufsgebäude konzentrieren sich entlang der Hauptstrasse vom Nordostteil von Le Locle

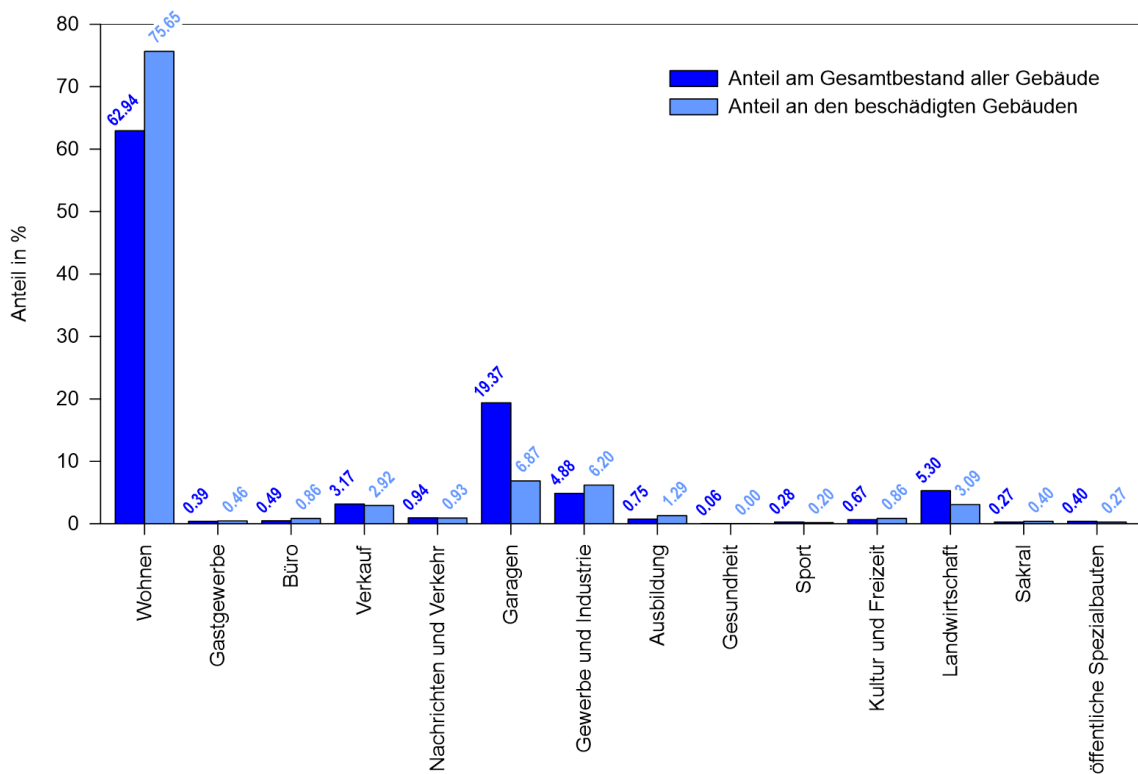


Abb. 17: Gegenüberstellung des relativen Anteils der Gebäudenutzungskategorien an der Gesamtgebäudeanzahl in den beiden betroffenen Gemeinden (dunkle Säulen) mit der Anzahl beschädigter Gebäude (helle Säulen): Übertrifft die hellblaue Säule ihren dunkelblauen Nachbar, war die entsprechende Nutzungsart in den Schadenmeldungen gegenüber ihrem Anteil am Gesamtbestand übervertreten. (Datenquelle: ECAP NE)

- (La Jambé-Ducommun) bis ins Quartier «Charrière» von La Chaux-de-Fonds.
- Gebäude der Sparte **Nachrichten und Verkehr** sind in den Schäden mit demselben Anteil vertreten wie am Gesamtgebäudebestand und damit unauffällig. Sie verteilen sich in erster Linie entlang den Hauptverkehrsachsen (Hauptstrasse, Bahnlinie).
  - Massiv unterrepräsentiert sind **Garagengebäude**: Sie sind bei den Schäden nur zu gut einem Drittel ihres Anteils am Bestand vertreten. Der einleuchtende Grund hierfür: Bei einem wesentlichen Anteil dieser Objekte handelt es sich – gerade im dicht bebauten Stadtgebiet – um unterirdische Gebäude (Tiefgaragen, Einstellhallen). Dadurch waren sie vor Sturmböen und Trümmerschlag weitgehend geschützt. Oberirdische Garagengebäude hingegen sind in der Regel einfache Zweckbauten ohne empfindliche Fassadenverkleidungen, Fensterflächen und Dachaufbauten. Die betroffenen Garagengebäude sind über das Stadtgebiet von La Chaux-de-Fonds verstreut, etliche befinden sich bei Le Crêt-de-Loche und vereinzelte im Nordosten von Le Locle. Die zahlreich vorhandenen Garagen und Carports im Umland wurden von der Sturmwelle hingegen weitgehend verschont.
  - **Lagergebäude** werden durch die Gebäudeversicherung Neuenburg nicht gesondert erfasst, sondern den übrigen Nutzungskategorien (Verkauf, Industrie und Gewerbe, Landwirtschaft usw.) zugeordnet. Sie sind daher in Abb. 17 nicht aufgeführt.
  - **Gewerbe- und Industriegebäude** sind um einen Faktor 1.3 übervertreten. Dass dieser Wert nicht höher liegt, mag auf den ersten Blick überraschen, erschienen die grossen Hallenbauten bei Le Crêt-du-Loche mit ihren abgerissenen Fassadenelementen und Fotovoltaik-Anlagen, hervorquellendem Dämmmaterial und eingedrückten Fensterflächen doch besonders spektakulär in den Medien. Andererseits handelt es sich dabei oft um architektonisch wenig auffällige Zweckbauten ohne exponierte Bauelemente an der Gebäudehülle. Zudem profitierten etliche von ihnen vermutlich von ihrer Lage im lockerer bebauten Gewerbe- und Industriegebiet ausserhalb der Stadt, wo sie weniger herumfliegenden Trümmern ausgesetzt waren.
  - Um einen Faktor 1.7 sind **Ausbildungsgebäude** bei den Schäden übervertreten. Für ihre Bauweise gilt weitgehend dasselbe wie für Bürogebäude; der ähnliche Wert erscheint daher glaubhaft. Die beschädigten Gebäude liegen v.a. im Stadtgebiet von La Chaux-de-Fonds sowie (vereinzelt) von Le Locle.
  - Offenbar wurde keines der sechs Gebäude des **Gesundheitswesens** im Untersuchungsgebiet beschädigt. Angesichts ihres verschwindend geringen Anteils am Gesamtgebäudebestand verzichten wir auf eine Interpretation dieses Sachverhalts.
  - Gebäude mit Bezug zu **Sport** wurden mit einem Faktor von 0.7 unterdurchschnittlich häufig beschädigt. Bei den sechs beschädigten Sportgebäuden handelt es sich um Turnhallen, eine Eishalle, eine Tennishalle, eine Bowlinghalle und ein Schützenhaus, allesamt relativ einfach konstruierte Zweckbauten ohne architektonische Besonderheiten. Sie liegen alle ausserhalb des eigentlichen Stadtkerns, aber noch innerhalb des Stadtgebiets von La Chaux-de-Fonds. Angesichts der geringen Anzahl dieser Gebäude hüten wir uns aber vor weitergehenden Interpretationen.
  - **Kultur und Freizeit**: Die Kategorie ist mit Faktor 1.3 übervertreten, von der Bauweise her aber so uneinheitlich, dass es schwerfällt, hierzu allgemeingültige Schlussfolgerungen ziehen. Es handelt sich bei den beschädigten Gebäuden im Wesentlichen um Museen, Kunst-, Theater-, Kino- und Konzerthallen sowie Mehrzweckgebäude. Die beschädigten Gebäude befinden sich bevorzugt im Innenstadtbereich, wo Trümmerschlag besonders ausgeprägt auftrat.
  - Markant untervertreten bei den beschädigten Gebäuden sind **landwirtschaftliche Nutzbauten** mit einem Faktor von 0.6. Dies erklärt sich damit, dass solche fast ausschliesslich im Umland der Städte vorkommen, wohingegen der Schadensschwerpunkt bei Le Crêt-du-Loche und in der Stadt La Chaux-de-Fonds lag, wo landwirtschaftliche Nutzbauten nur schwach vertreten sind<sup>4</sup>. Betroffen wurden daher vor allem jene Landwirtschaftsgebäude, die in der nahen Umgebung der genannten Orte liegen; die übrigen wurden wegen ihrer peripheren Lage von der Sturmwelle verschont. Aufgrund der geringeren Gebäudedichte war zudem auch Trümmerschlag kaum wirksam.
  - **Sakralbauten** wie z.B. Kirchen, Synagogen, Kirchgemeindehäuser und Aufbahrungshallen sind um einen Faktor von 1.5 überrepräsentiert. Angesichts des geringen Anteils am Gebäudebestand sollte dieser Wert zurückhaltend beurteilt werden. Bei näherer Betrachtung zeigt sich aber, dass es sich bei sechs der zwölf

<sup>4</sup> Die Ausnahme, welche die Regel bestätigt, sind Gebäude des zoologischen Gartens «MUZOO» am Stadtrand von La Chaux-de-Fonds: In den Bestandesdaten fälschlich als landwirtschaftliche Nutzbauten klassiert, fallen sie gemäss «Leitfaden Nutzungscode» (Imhof, 2017) unter «Kultur und Freizeit».

beschädigten Sakralbauten um Gebäude mit turmartigem Anbau oder Dachaufbau (Kirchturm, Dachreiter, Kuppelaufbau) handelt, deren bauliche Ausgesetztheit eine erhöhte Schadenempfindlichkeit nahelegt. Exemplarisch belegen dies der abgerissene Turmhelm der Kirche von Les Éplatures und der auf einer abgeknickten Stange sitzende Wetterhahn auf dem Turm des Temple de l'Abeille (Abb. 18). Mit wenigen Ausnahmen befinden sich die betroffenen Sakralgebäude im Stadtgebiet von La Chaux-de-Fonds.

- Wie die Gebäude für Kultur und Freizeit sind **öffentliche Spezialbauten** bezüglich ihrer Bauweise sehr unterschiedlich: Die Palette reicht von öffentlichen WC-Bauten über Feuerwehrmagazine bis zu Strafvollzugsanstalten. Sie sind um den Faktor 0.7 gegenüber ihrem Bestand klar untervertreten. Die beschädigten öffentlichen Spezialbauten liegen überwiegend im Stadtgebiet von La Chaux-de-Fonds sowie vereinzelt bei Le Crêt-du-Loche. Angesichts der geringen Zahl von nur acht betroffenen Objekten verzichten wir auf eine weitere Interpretation.

Die oben präsentierten Ergebnisse sind generell mit einiger Vorsicht zu interpretieren: Die einzelnen Nutzungskategorien umfassen oft sehr unterschiedlich widerstandsfähige Gebäudekonstruktionen, so dass die Auswertung nur grobe Anhaltspunkte zur Gebäudeverletzlichkeit zu liefern vermag. Zudem wird obige Auswertung durch den bereits mehrfach angesprochenen Trümmerschlag bei hoher Gebäudedichte beeinflusst: Selbst gegenüber der direkten Windlast grundsätzlich widerstandsfähige Gebäude vermochten dem erhöhten Trümmerschlag in der Kernzone oft nicht zu widerstehen, so dass sie verletzlicher erscheinen als sie rein in Bezug auf Windwirkung tatsächlich sind.

#### **Mittlere Schadensumme in Abhängigkeit von Versicherungssumme und Gebäudenutzung**

Die Schadendaten der Gebäudeversicherung Neuenburg erlauben die Gegenüberstellung von mittlerer Schadensumme und mittlerem Versicherungswert für die einzelnen Gebäudenutzungskategorien (Abb. 19).



*Abb. 18: Die Turmspitze mit dem goldenen Wetterhahn auf dem Temple de l'Abeille wurde durch den Sturm geknickt. Die Foto stammt vom Ereignistag unmittelbar nach Durchzug des Sturms; man beachte die angezeigte Uhrzeit. (Quelle: ECAP NE)*

Dabei zeigt sich ein lockerer Zusammenhang ( $R^2 = 0.39$ ) zwischen den beiden Grössen: Gebäude mit tiefem durchschnittlichem Versicherungswert (z.B. Garagengebäude) erlitten eher geringe Gebäudeschäden, umgekehrt verzeichneten Gebäude mit hohem durchschnittlichem Versicherungswert (z.B. Ausbildungsgebäude) tendenziell einen hohen Durchschnittsschaden. Es leuchtet ein, dass an wertvollen Gebäuden im Schnitt höhere Schäden zu erwarten sind als an solchen geringeren Werts. Einige Gebäudekategorien fallen aber durch ihre Lage weit abseits der Regressionsgeraden von dieser Grundtendenz auf: Gastgewerbe, Sport sowie Gewerbe und Industrie zeigen im Verhältnis zu ihrem mittleren Versicherungswert sehr hohe Schadendurchschnitte.

Demgegenüber weisen öffentliche Spezialbauten, Gebäude für Kultur und Freizeit sowie Bürogebäude verhältnismässig tiefe Schadendurchschnitte im Verhältnis zu ihrem mittleren Versicherungswert auf. Der Abstand von der Regressionsgerade ist somit ein Mass für die Schadenempfindlichkeit gegenüber dem Sturmereignis.

Allerdings beeinflusst die Anzahl pro Gebäudekategorie betroffener Gebäude die Aussagekraft: Sport- und öffentliche Spezialbauten treten in den Schadendaten nur in ein-

stelliger Anzahl auf. Deren Mittelwert ist daher nur schwach abgestützt. Demgegenüber sind insbesondere Wohngebäude ausgesprochen zahlreich, was auf eine solide Aussage hindeutet.

### Mittlerer Schadengrad der Gebäude nach Baujahr

Die Division der Schadenssumme durch den Versicherungswert liefert eine Verhältniszahl, die darüber Auskunft gibt, welcher Anteil des Versicherungswerts durch das Schadenereignis vernichtet wurde: Den sogenannten Schadengrad (vgl. Text zu Abb. 16).

Abb. 20 gibt den gemittelten prozentualen Schadengrad der am 24. Juli 2023 pro Baujahr beschädigten Gebäude wieder. Gebäude mit Baujahren vor 1950 wurden weglassen, da deren absolute Anzahl zu gering ist, um aussagekräftige Zahlen zu liefern. Aus demselben Grund wurde nicht zwischen Wohn- und Nicht-Wohngebäuden unterschieden. Zur Dämpfung der starken Ausschläge zeigt die Liniengrafik das fünfjährige gleitende Mittel. Die steigende Tendenz von frühen zu späten Baujahren ist deutlich erkennbar: Modernere Gebäude erleiden offenbar tendenziell kostspieligere Schäden als ältere.

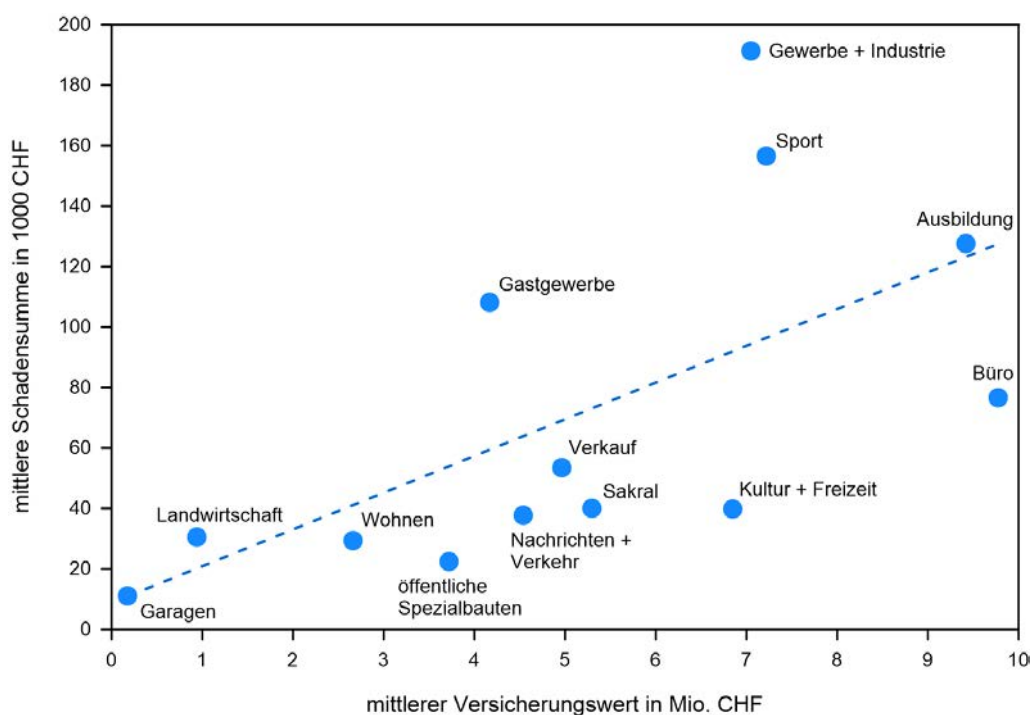


Abb. 19: Zusammenhang zwischen mittlerer Schadenssumme und mittlerem Versicherungswert für die einzelnen Gebäudenutzungsarten: Gebäude mit durchschnittlich höherem Versicherungswert verzeichneten tendenziell höhere Schäden. (Datenquelle: ECAP NE)

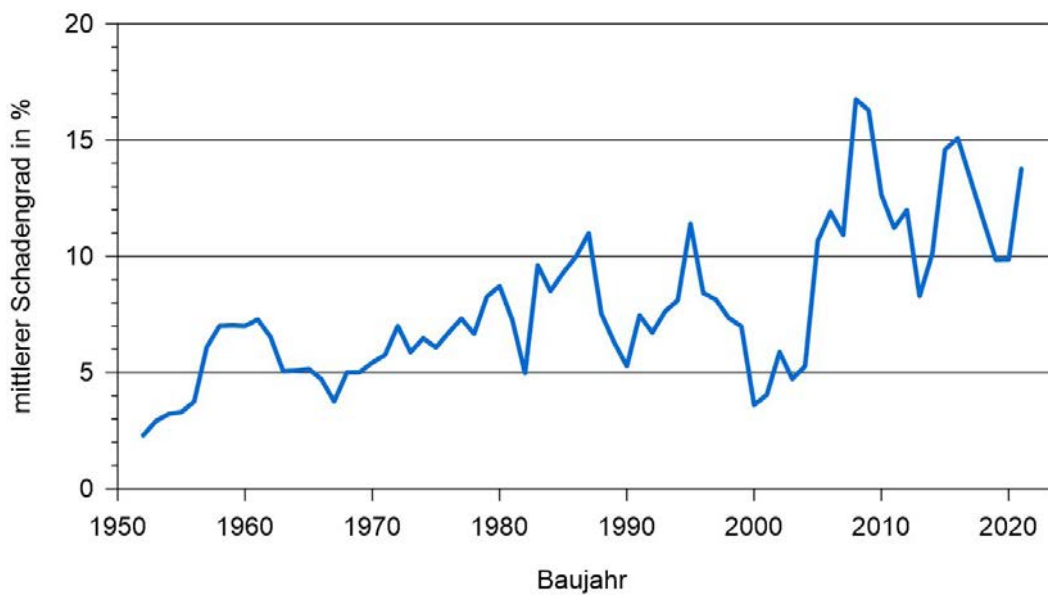


Abb. 20: Gemittelter Schadengrad (= Quotient Schadenssumme geteilt durch Versicherungswert: Wie viele Prozent des Versicherungswertes wurden zerstört?) pro Baujahr am 24. Juli 2023. Die Linie zeigt das 5-jährige gleitende Mittel. (Datenquelle: ECAP NE)

#### Anteil der beschädigten Gebäude nach Baujahr

Abb. 21 zeigt den Anteil der am 24. Juli 2023 pro Baujahr beschädigten Gebäude, also wie viele Prozent des Gebäudebestandes eines bestimmten Baujahres durch den Sommersturm irgendwelche Schäden (unabhängig von

der Schadenhöhe) erlitten haben. Gebäude mit Baujahren vor 1950 bleiben aus dem gleichen Grund wie in Abb. 20 von der Auswertung ausgeschlossen, und es wird wiederum nicht nach Art der Gebäudenutzung unterschieden. Da die Datenwerte (Punkte) von Baujahr zu Baujahr stark schwanken (möglicherweise eine Folge der relativ gerin-

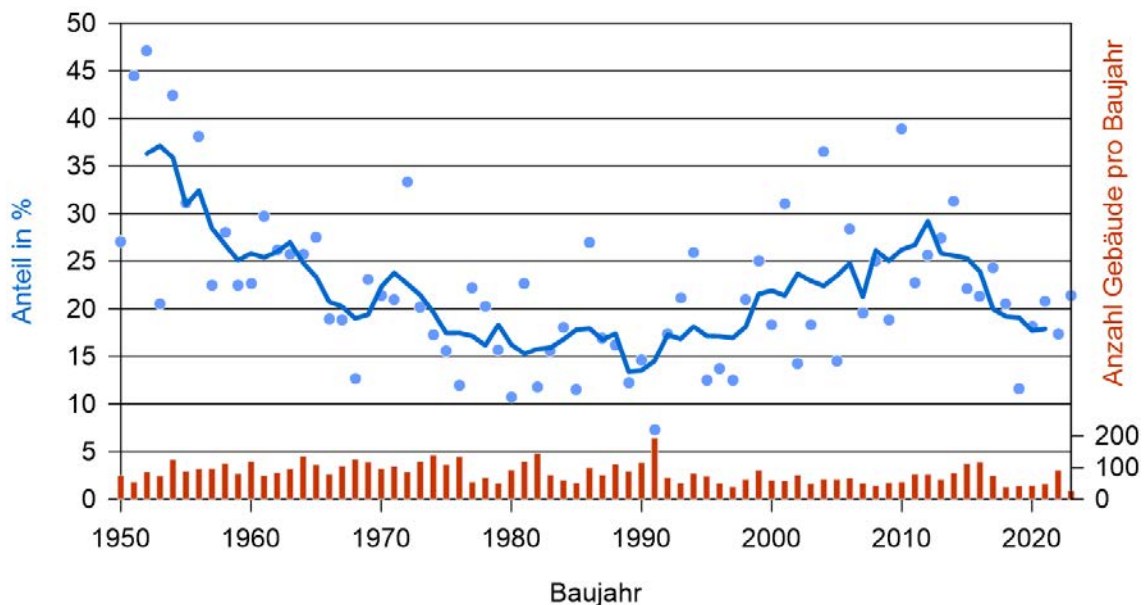


Abb. 21: Anteil der am 24. Juli 2023 sturmgeschädigten Gebäude am Gesamtbestand pro Baujahr. Die blauen Punkte markieren die Datenwerte, die blaue Linie das 5-jährige gleitende Mittel, die roten Säulen die Anzahl pro Baujahr existierender Gebäude in den beiden untersuchten Gemeinden. (Datenquelle: ECAP NE)

gen verfügbaren Anzahl pro Baujahr), wurde zur Glättung das fünfjährige gleitende Mittel berechnet (blaue Linie). Die Streuung verhält sich über den gesamten Bereich aber einigermaßen konstant, so dass das gleitende Mittel als ziemlich aussagekräftig betrachtet werden kann.

In Abb. 21 fallen zwei Maxima auf: Eines in den frühen 1950er Jahren, ein zweites in den frühen 2010er Jahren. Umgekehrt wurden Gebäude mit Baujahren zwischen ca. 1975 und ca. 1995 bzw. nach ca. 2015 verhältnismässig selten beschädigt.

Kombiniert man die Informationen aus Abb. 20 und 21, lässt sich folgern, dass Gebäude mit Baujahren vor 1970 zwar häufig Schäden verzeichneten, diese jedoch nur wenig schwerwiegend waren. Gebäude mit Baujahren zwischen ungefähr 2005 und 2015 hingegen wurden sowohl öfter als auch schwerer (kostspieliger) beschädigt.

Welche Erklärungen kommen dafür in Frage? Hierzu ist es erforderlich, mehr zu Art der aufgetretenen Gebäudeschäden zu erfahren: Welche Gebäudearten und welche Bauelemente wurden beschädigt, welche besonders oft, welche kaum? Was für Bauelemente sind für welche Zeitperioden typisch?

## Analyse der Gebäudeschäden

Gemäss Aussage von Aurelio Muttoni, ordentlicher Professor für Tragwerksplanung an der ETH Lausanne, wurden an historischen Gebäuden aufgrund ihrer Bauweise durch das Sturmereignis am 24. Juli 2023 weniger Schäden verzeichnet als an modernen (Interview in der Tageszeitung «Le Temps», Ausgabe 27. Juli 2023). Besonders neuere Industriebauten wurden schwer beschädigt: Holz- und Blechverkleidungen auf Aussendämmung – in der Regel hinterlüftet – wurden grossflächig abgerissen und Fensterflächen zerstört. Dazu passen die Aussagen von Abb. 19 und 20.

Muttoni äusserte sich dazu folgendermassen:

*«Ältere Gebäude bestehen oft aus Mauerwerk (Backstein, Naturstein), für welches konservativere Normen mit höheren tatsächlichen Sicherheitsniveaus gelten. Dasselbe gilt für Stahlbeton, während neuere Gebäude aus Holz oder Metall leichter sind und daher viel anfälliger auf sehr starke Winde und Schneelast. Seit einigen Jahrzehnten werden periphere Wärmedämmungen angebracht, die aus energetischer und nachhaltiger Sicht hervorragend sind, jedoch anfälliger gegenüber Witterungseinflüssen.»*



Abb. 22: Angesichts des Unterhaltszustandes dieses Schuppens erstaunt nicht, dass ihm der Sturm stark zugesetzt hat. (Quelle: ECAP NE)

Allerdings sei die Tatsache zu beachten, dass heute noch bestehende historische Gebäude einer selektiven Auslese ausgesetzt waren und nur die robust gebauten, widerstandsfähigen Objekte überhaupt bis heute überdauert hätten. Die naheliegende Vermutung, früher sei eben generell robuster gebaut worden, greife daher zu kurz.

Nicht überraschend zeigte sich zudem gemäss Muttoni ein Zusammenhang mit dem Unterhaltsgrad der Gebäude: Gut unterhaltene Gebäude verzeichneten im allgemeinen weniger Schäden als vernachlässigte (Abb. 22). Damit unterstreicht er die Aussage von Weidmann (2010):

*«Bei bestehenden Gebäuden sind vernachlässigter Unterhalt und unsachgemässe Umbauten die wichtigsten Gründe für Sturmschäden. [...] Kontrollieren und Unterhalten ist nicht nur günstiger als Schäden beheben, sondern auch weniger aufwändig.»*

Die Fachleute der Gebäudeversicherung Neuenburg ihrerseits heben aufgrund ihrer Erfahrungen besonders die Schadenwirkung herumfliegender Trümmerteile von Nachbargebäuden hervor: Mitgerissene Dachziegel, Fassadenelemente, Kiesel von Flachdächern und sonstige Trümmer von Nachbargebäuden hätten die Schadensumme gegenüber der rein direkten mechanischen Windeinwirkung markant erhöht. Insbesondere grösserflächige Bauelemente wie Fenster, Schaufenster, Fotovoltaikmodule, Fassaden- und Dachflächen stellten sich gegenüber Trümmerschlag als verletzlich heraus (Abb. 23).

In diesem Zusammenhang erwiesen sich vor allem unge-sicherte First- und Randziegel von Ziegeldächern als Problem und als ernsthafte Gefährdung für die Bevölkerung (Abb. 24): Für in den Gassen zirkulierende Personen sind losgerissene Dachziegel akut lebensgefährlich. Gerade im Stadtgebiet mit direkt unter den Dachtraufen verlaufenden Gassen und Trottoirs sollten Dachziegel unbedingt gesichert werden, beispielsweise mit Sturmklammern.



Abb. 23: Direkte Visualisierung von Trümmerschlag: Die Fotovoltaikanlage auf dem Flachdach des Gebäudes im Bild links wurde von abgeblasenen Dachziegeln des Nachbargebäudes rechts beschädigt (helle Flecken auf den Modulen). Einzelne Ziegel sind neben bzw. zwischen den Modulen erkennbar. Orthofoto vom 27. Juli 2023; aus perspektivischen Gründen ist hier ausnahmsweise Süden oben, und die Anströmung erfolgte von der oberen rechten Bildecke her. (Quelle: SITN)



Abb. 24: Windversuch am Campus Sursee für Baufachleute mit von links her in Firstrichtung blasendem Grossventilator (im Bild nicht sichtbar): Die aussenseitig ungesicherten Randziegel werden als Erste aus ihrem Verband abgehoben und weg-gewirbelt oder rutschen aufgrund der Dachneigung über den Dachtrauf ab. Bei richtigen Gebäuden geht von losgerissenen Dachziegeln eine akute Gefährdung für Personen, Fahrzeuge und Nachbargebäude aus. (Quelle: IRV)

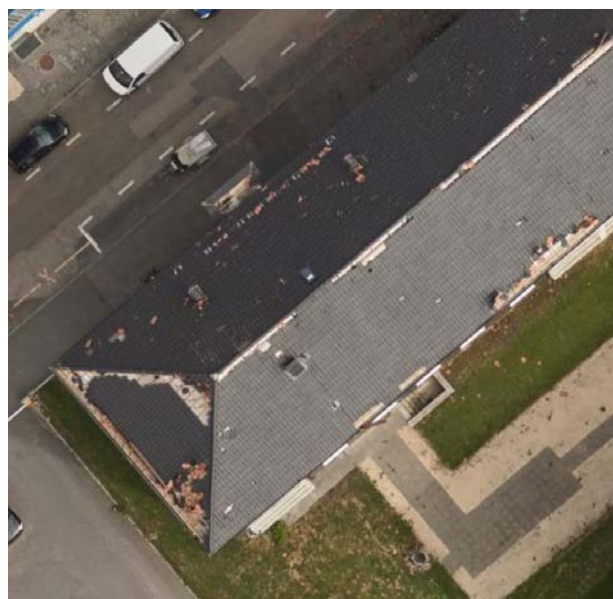


Abb. 25: Zwei Beispiele von Gebäuden mit Ziegeleindeckung, die vor allem entlang des Dachfirsts sowie an den Rändern von Dachflächen (Kanteneffekte) Beschädigungen aufweisen. Auffällig: Die meisten Ziegel wurden umgedreht, zeigen also ihre unbehandelte Unterseite – ein klarer Hinweis auf Sogkräfte (vgl. auch Abb. 24 und 26). Die abgestürzten Dachziegel am Boden rund um die Gebäude herum belegen die von Ziegeldächern ausgehende Gefährdung. Orthofoto vom 27. Juli 2023. (Norden ist oben; Quelle: SITN)



Abb. 26: Wie mit dem Fischschupper behandelt: Der punktuell kräftige Sog einer Sturmböe hat eine ganze Ziegelgruppe im Innern einer leewärtigen (windabgewandten) Steildachfläche aufgestellt und zum Teil überkippt. (Norden ist oben; Quelle: ECAP NE)



Abb. 27: Bei diesem Lagergebäude mit offenem Fahrzeugunterstand in La Chaux-de-Fonds fehlt ein Unterdach. Demzufolge wurde die Ziegeleindeckung grossflächig abgehoben. Orthofoto vom 27. Juli 2023. (Norden ist oben; Quelle: SITN)

Neben der unmittelbaren Personengefährdung sei zudem auf die möglichen rechtlichen Folgen für die verantwortliche Gebäudeeigentümerschaft hingewiesen.

In den Orthofotos vom 27. Juli 2023 (drei Tage nach dem Sturmereignis aufgenommen) fällt auf, dass Ziegeldächer vor allem an den Rändern (Trauf, Ort), am First sowie an den Kanten beschädigt sind, seltener im Innern der Dachfläche. Dies, weil die Belastung (Sogkräfte) dort aufgrund erhöhter Böigkeit infolge von Wirbelbildung besonders hoch ist und die Randziegel wegen der dort fehlenden Einbettung exponierter sind (Abb. 25). Doch selbst mitten aus der Dachfläche vermag der Sog der Böen einzelne Ziegelgruppen abzuheben, wie Abb. 26 eindrücklich zeigt.

Speziell anfällig sind Dacheindeckungen ohne Unterdachkonstruktion, besonders an offenen Gebäuden (Abb. 27). Als «offen» gilt ein Gebäude, wenn der Anteil der Öffnungen in einer Ansicht mehr als 5 % der Fläche beträgt (Egli, 2007). Gebäudeöffnungen führen zu Innendruck oder Innensog, je nachdem, ob sich die Öffnung an der windzugewandten (Luv) oder an der windabgewandten Seite (Lee) des Gebäudes befindet (Egli, 2007).

Ähnliches gilt auch für Blech-Dacheindeckungen oder -Fassaden, wenn sie – insbesondere im Eck- und Randbe-

reich – ungenügend befestigt sind (Abb. 28). Ein allfälliges Well- oder Trapezprofil der Blechbahnen erleichtert den Angriff des Windes unter die Blechfläche noch zusätzlich, sofern die Stösse und Anschlüsse nicht sauber und robust abgedichtet sind. Auf die oft grossflächigen Blechbahnen wirken dann enorme Sogkräfte ein, denen z.B. Befestigungsnägel mit glatter Oberfläche nicht gewachsen sind (Weidmann, 2010).

Ebenfalls mit offenen Gebäuden verknüpft sind die verbreitet aufgetretenen Schäden an Unterdecken. Diese befinden sich im Inneren von Gebäuden und werden infolgedessen nicht auf Witterungsresistenz ausgelegt. Fegt aber der Sturm durch ein offenes Gebäude – offen, weil z.B. Fenster durchschlagen wurden – vermögen Sogkräfte die leichten (oft aus Gipskarton bestehenden) Deckenplatten aus ihrer Leichtmetall-Verankerung zu reissen (Abb. 29).

Die gleichen Kräfte wirken auf nichttragende Zwischenwände. Diese sind ebenso wenig wie Unterdecken auf Sturmböen im Gebäudeinneren ausgelegt und daher den Druck- und Sogkräften in «geöffneten» Gebäuden oft nicht gewachsen. Entsprechend zahlreich sind Bilder von Rissen oder gar Durchbrüchen an Zwischenwänden in den Schadendossiers der Gebäudeversicherung Neuenburg (Abb. 30).

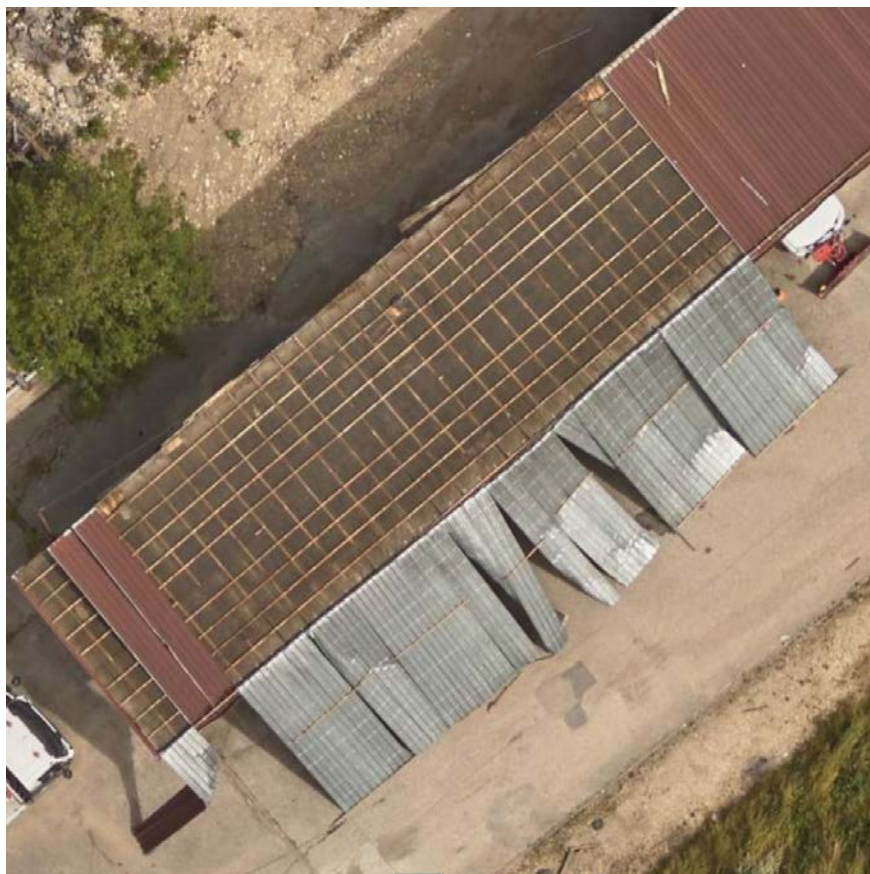


Abb. 28: Die ungenügend befestigte Blecheindeckung dieser Lagerbaracke in La Chaux-de-Fonds vermochte den starken Sogkräften trotz ihres Unterdachs nicht standzuhalten und wurde grossflächig abgerissen und «umgeklappt». Orthofoto vom 27. Juli 2023. (Norden ist oben; Quelle: SITN)



*Abb. 29: Abgerissene Unterdecke: Die Gipskartonplatten hängen teilweise noch an ihren verbogenen Rahmenleisten. Die Spanplatten vor den Fenstern rechts im Raum erklären, was geschehen ist: Durch die zerstörten Fenster verschaffte sich der Sturm Zugang ins Gebäudeinnere. (Quelle: ECAP NE)*



*Abb. 30: Stark beschädigte Zwischenwand in einem älteren Wohngebäude. (Quelle: ECAP NE)*



*Abb. 31: Durch den Winddruck umgebogene Buchstaben in der Firmenbeschriftung eines modernen Industriegebäudes. (Quelle: ECAP*



*Abb. 32: Auf die Strasse geworfener Kamin: Das Bild verdeutlicht die tödliche Gefahr, der die Bevölkerung in La Chaux-de-Fonds während des Sturmes ausgesetzt war. (Quelle: ECAP NE)*

Dass hochragende Gebäude oder exponierte Dachaufbauten der Windlast besonders ausgesetzt sind, ist einleuchtend und wurde bereits weiter oben bei den Sakralbauten angesprochen. Neben Kirchtürmen gilt dies auch für Dachreiter, Kamine, Antennen, Abluftrohre, Leuchtreklamen und ähnliche Konstruktionen (Abb. 31 und 32).

Neben der direkten Windlast und Trümmerschlag führt noch eine weitere Gefahr zu Gebäudeschäden: umstürzende Bäume, Baukräne und Masten aller Art in der Gebäudenachbarschaft (Abb. 33). Bäume können in verschiedener Weise zu Gebäudeschäden führen:

- vom Wind bewegte Äste, die an Gebäudeteile schlagen und Fassadenflächen oder Bedachungen beschädigen können
- abgerissene Äste, die weggeweht werden, an Gebäude aufprallen und Gebäudeteile beschädigen können (vergleichbar mit Trümmerschlag)
- umgestürzte oder abgebrochene Baumstämme bzw. Teile davon, die auf dem Gebäude aufschlagen («Windwurf»)

Typischerweise werden dabei bevorzugt vorkragende Gebäudeteile betroffen, die Aussenkanten bilden, also z.B. Dachränder oder Balkone (Weidmann, 2010). Ein Beispiel zeigt Abb. 34.

Bei technischen Objekten ist es meist deren Umstürzen, das zu Gebäudeschäden führt. Ein solcher Fall – ein auf ein Auto umgestürzter Baukran – hat am 24. Juli 2023 zum einzigen Todesfall im Zusammenhang mit dem Sturmergebnis geführt. Abb. 33 zeigt einen umgeknickten Freileitungsmast, der ein Wohngebäude knapp verfehlt hat. Seine Leiterseile liegen aber teilweise auf dem Gebäude auf.

In ihrer Kostenfolge nicht zu unterschätzen sind darüber hinaus Sekundärschäden durch eingedrungenes Wasser: Bereits geringfügige Schäden an der Gebäudehülle (beschädigte Dacheindeckung, Dachfenster, Oberlichter, Lichtkuppeln, Fenster, Türen, Balkontüren) ermöglichen dem sturmbegleitenden Niederschlagswasser den Zugang ins Gebäude. Die Folgeschäden an der Bausubstanz (Decken, Wände, Parkettböden, Gebäudetechnik) können dabei ein Mehrfaches der eigentlichen Sturmschäden ausmachen und lassen sich zudem oft nur aufwendig beheben (Weidmann, 2010; Abb. 35 bis 37).



Abb. 33: Umgeknickter Freileitungsmast und umgestürzte Bäume auf einem Wohngebäude. Orthofoto vom 27. Juli 2023. (Norden ist oben; Quelle: SITN)



*Abb. 34: Durch umgestürzten Bergahorn beschädigtes Gebäude. Die Schäden betreffen Dachrinne, Balkon und Fassade, also Bauelemente an Gebäudekanten. (Quelle: ECAP NE)*



*Abb. 35: Eindringenes Wasser hat den Anstrich der Decke beschädigt und die Bausubstanz durchnässt. In diesem Fall gelangte das Wasser durch das beschädigte Dach ins Gebäudeinnere. (Quelle: ECAP NE)*



*Abb. 36: Hier ermöglichte die doppelt durchschlagene Kunststoff-Lichtkuppel auf einem Flachdach dem Regenwasser den Zugang ins Gebäudeinnere. (Quelle: ECAP NE)*



*Abb. 37: Aufgebogenes Parkett infolge eingedrungenen Wassers – nicht ganz, was man sich spontan unter einem Sturmschaden vorstellt, aber dennoch eine häufige Erscheinung. (Quelle: ECAP NE)*

## Häufigkeit verschiedenartiger Gebäudeschäden und deren Abhängigkeit vom Baujahr

Die Schadendaten der Gebäudeversicherung Neuenburg umfassen eine Spalte mit dem Attribut «Description des dommages», also «Beschreibung der Schäden». Diese enthält Information zu den beschädigten Bauelementen und teilweise zum Ereignisablauf in Textform. Die Einträge sind manchmal sehr knapp (nur Einzelbegriffe wie z.B. «Fenêtre», «Toiture»), vereinzelt aber auch sehr ausführlich (z.B. «Des débris ont endommagé des stores au rez inférieur, des chutes de branches d'arbres ont endommagé une barrière vers le garage, une table a été projetée contre une barrière de terrasse qui a été pliée, une cheminée semble inclinée. D'éventuelles dommages sur le toit n'ont pas encore pu être constatés.»). Aufgrund der Inhomogenität dieser Einträge ist deren gegenseitige Vergleichbarkeit sehr begrenzt und eine einheitliche quantitative Auswertung sämtlicher Schadenfälle kaum möglich. Es wurde daher ein semi-quantitativer Ansatz gewählt: In der entsprechenden Spalte wurde das Auftreten bestimmte Stichwörter ausgezählt, die in den einzelnen Beschreibungen typischerweise aufgeführt sind (Tab. 1).

Beispielsweise wurde nach Stichworten gesucht, die (zumeist) einen Bezug zum Dach haben:

*toit\*, tuile, eternit, faîte*

Der Asterisk \* steht dabei für verschiedene mögliche Endungen, hier «toit», «toits», «toiture» oder «toitures». Damit wurden jene Schadenfälle identifiziert, die einen Bezug zu einem Schaden an der Dachfläche bzw. deren Eindeckung haben.

Analog wurden Stichworte mit Bezug auf Fenster, Glasflächen sowie das Material Glas im allgemeinen gesucht:

*fenêtre, lucarne, tabatière, vélux, vitr\*, verr\**

Da der Begriff «Glas» sowohl im Zusammenhang mit normalen Fenstern als auch mit Dachfenstern, Schaufenstern, Glasfassaden oder Treibhäusern aufgeführt sein kann, musste diese Kategorie entsprechend weit gefasst werden.

Dabei ist es so, dass die Summe der identifizierten Stichworte nicht mit der Gesamtzahl der gut 3'000 Schadenfälle übereinstimmen muss: Viele Schadenbeschreibungen umfassen gleich mehrere der genannten Stichwörter (z.B. «Toiture, fenêtres, volets, portes de garage»), andere hingegen kein einziges (z.B. «?» oder «Dégâts inconnus»).

Was bestimmt, ob spezifische Bauelemente in den Schadendossiers auftauchen? In erster Linie sind es zwei Faktoren:

Stichwörter	Übersetzung / Interpretation	Anzahl
toit*, tuile, eternit, faîte	Dachflächen, -firste, Ziegel, Eternit	2'537
fenêtre, lucarne, tabatière, vélux, vitr*, verr*	Fenster, Dachfenster, Lukarnen, Verglasung	1'386
façade, paroi, mur, bardage	Fassade(nverkleidungen), Mauern, Wände	547
store	Storen	500
volet	Fensterläden	389
arbre, branche	Bäume, Äste (als Ursache u. als Schaden)	340
cheminée	Kamine	297
ferblanterie, tôle, chéneau, gouttière	Blechwaren, Dachrinnen	246
porte	Türen	180
d'eau, " eau ", inond*	Wasser, Überschwemmung	159
panneau	Panels (PV-, thermische)	106
coupole	Kuppeln (z.B. Licht-)	106
véranda, terrasse	Veranden, Terrassen	94
plafond	Innendecken	83
balcon	Balkone	80
plancher	Fussböden	53
ventilation	Be- / Entlüftungen	24
isolation	Wärmedämmungen	19
antenne	Antennen	2

Tab. 1: Anzahl Nennungen der einzelnen Stichwörter in den Schadendaten der Gebäudeversicherung Neuenburg zum Sturmereignis vom 24. Juli 2023. (Datenquelle: ECAP NE)

1. Das bestimmte Bauelement muss am beschädigten Gebäude verbaut sein. Weist das Gebäude z.B. keine Storen auf, tauchen diese im Schadendossier logischerweise nicht auf.
2. Das bestimmte Bauelement muss gegenüber dem schädigenden Prozess (hier: Sturmwind) empfindlich sein. Je empfindlicher es ist, desto häufiger wird man es in den Schadendossiers antreffen. Daher erscheinen Storen<sup>5</sup> häufiger in den Schadendaten als Türen, obwohl praktisch alle Gebäude Türen aufweisen, aber längst nicht alle Gebäude Storen.

Interessant wird es, wenn wir zudem die zeitliche Komponente einbeziehen, das heisst für die wichtigsten Kategorien den relativen Anteil bestimmen, mit dem sie pro Baujahrperiode (z.B. 1950 - 1959) in den Schadendossiers auftauchen. In Abb. 38 lässt sich beispielsweise erkennen, dass der Anteil der Schadennennungen zu Dächern aus der Baujahr-Periode 1950 - 1959 einen Anteil von 34 % an die Gesamtheit der Schadennennungen dieser Periode beiträgt. An Gebäuden aus der Periode 2020 - 2024 tauchen Dächer jedoch nur in 14 % der Nennungen auf. Offensichtlich bestehen also Unterschiede in der Bauweise älterer und modernerer Gebäude.

Wie die Auswertung zeigt, sorgten beschädigte Dachflächen, Fenster und Verglasung, Fassaden und Wände sowie Schäden an Storen insgesamt am häufigsten für Schadenmeldungen. Diese Bauelemente sind offenbar sowohl verletzlich als auch verbreitet vorhanden.

Was unterscheidet typische Gebäude aus den 1950er Jahren von solchen aus den 2020er Jahren?

### Dächer

Den ersten Punkt zum Vorhandensein des Bauelements brauchen wir hier nicht zu beachten. Dächer gehören zur Grunddefinition von Gebäuden, indem diese eine feste Überdeckung voraussetzt:

<sup>5</sup> Gemeint sind Raff- und Rollstoren; Textil-Sonnenstoren und Markisen sind im Deckungsumfang der Gebäudeversicherung Neuenburg nicht enthalten (sie gelten als Fahrhabe) und erscheinen daher in den Schadendaten nicht.

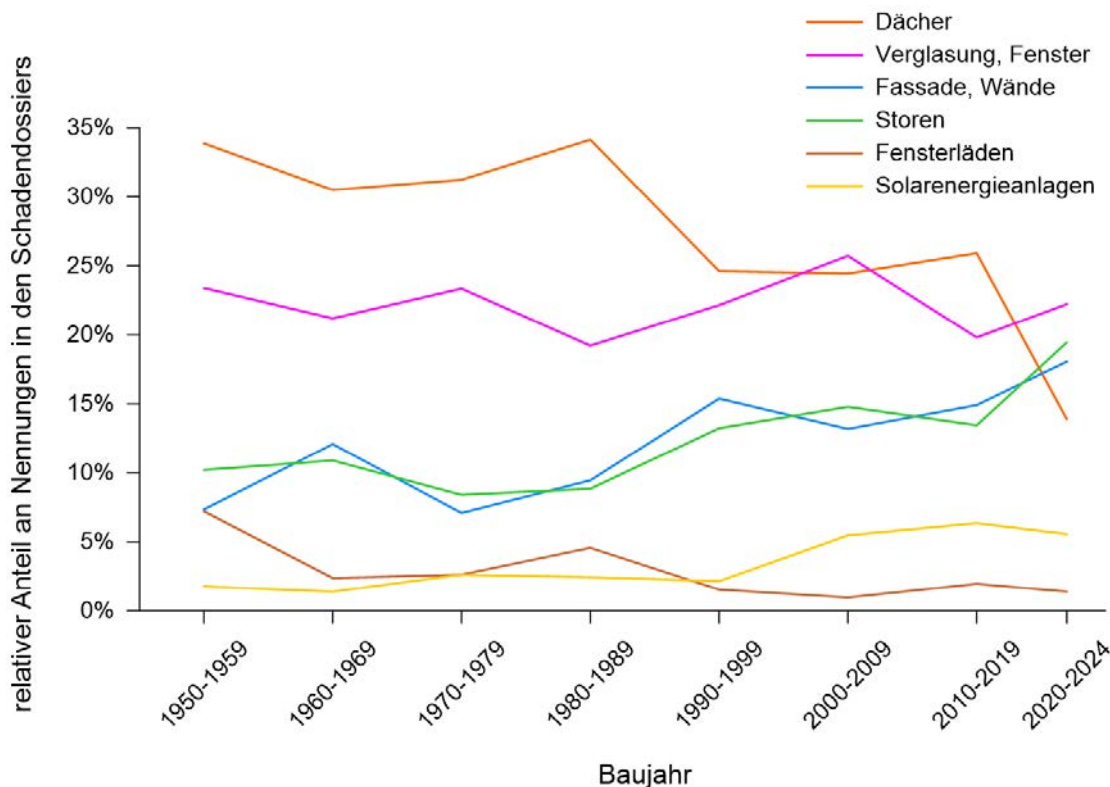


Abb. 38: Relativer Anteil, mit dem die einzelnen Bauelement-Kategorien in den Schadendossiers auftauchen, in Abhängigkeit des Baujahrs. (Datenquelle: ECAP NE)

**Sont considérées comme «bâtiments» les constructions d'une certaine importance servant à abriter des personnes, des animaux ou des choses, et liées au sol de manière fixe et durable.**

*(Als «Gebäude» gelten Bauwerke von gewisser Bedeutung, die der Unterbringung von Personen, Tieren oder Sachen dienen und fest und dauerhaft mit dem Boden verbunden sind.)*

*(Ausführungsbestimmungen zum Gesetz über die Erhaltung und Versicherung von Gebäuden (RLAB) der Gebäudeversicherung Neuenburg vom 15. März 2017)*

Zentral ist dabei der Begriff «abriter» im Sinn von «beherbergen, schützen, abschirmen, bergen», was eine Abgrenzung gegen aussen (zumindest gegen oben) bedingt.

Bedeutsam ist daher hier die Verletzlichkeit gegenüber Sturmwinden in Abhängigkeit des Baujahrs. Gebäude aus der Bauperiode 1950 - 1959 (und älter) weisen typischerweise ein Steildach mit Ziegeleindeckung und «kaltem Dachraum», also ohne Wärmedämmung, auf (Abb. 39). Dabei fehlt häufig ein Unterdach. Besteht oder entsteht durch den Sturm eine Öffnung, werden die Dachziegel durch die Sog- / Druckkräfte leicht abgehoben. Das dürfte

für eine überdurchschnittliche Verletzlichkeit der Dachflächen der Gebäude aus dieser Periode sorgen: 34 % der Nennungen in den Schadendaten beziehen sich auf das Dach.

Im Laufe der folgenden Jahrzehnte gehörten Unterdächer zunehmend zum Standard; heutzutage sind sie für Neubauten vorgeschrieben (SIA 232/1). Für die Dacheindeckung kamen alternative Materialien in Gebrauch (z.B. Faserzement), und der Anteil von Gebäuden mit Flachdach nahm stetig zu. So trägt das typische Gebäude aus der Bauperiode 2020 - 2024 mit hoher Wahrscheinlichkeit ein Flachdach. Ein solches ist gegenüber Sturm weniger empfindlich, da leicht abhebbare Elemente wie Ziegel weitgehend fehlen. Eine Schwachstelle bilden dabei jedoch die Kantenverkleidungen (Abb. 40).

Dasselbe gilt für die Kiesauflage auf den Dichtungsbahnen (Abb. 41). Diese wird aber in erster Linie für Nachbargebäude zum Problem, indem der Sturmwind den aufgewirbelten Kies an deren Gebäudehülle prasseln lässt (Abb. 44; Trümmerschlag). Dementsprechend sind Schäden an Dächern bei den jüngsten Gebäuden relativ unbedeutend: Die Nennungen beziehen sich nur noch in 14 % der Fälle auf Dächer. Deren Verletzlichkeit hat sich somit gegenüber jener älterer Gebäude deutlich verringert.



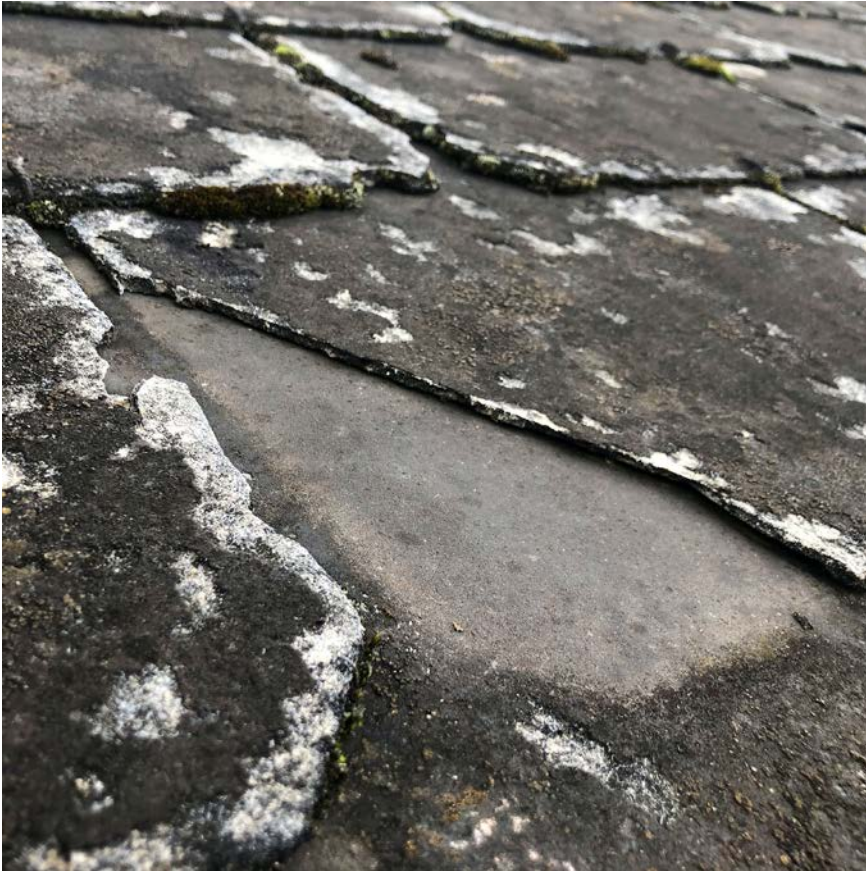
*Abb. 39: Wohngebäude mit Baujahr 1902 und Steildach ohne Unterdach. Die aufgelegten Ziegel konnten dem Sturm nur wenig Widerstand leisten. Der Schneefang verhinderte den Absturz zumindest eines Teils der Ziegel. (Quelle: ECAP NE)*



Abb. 40: Weggerissene Dichtungsbahnen auf dem Flachdach eines Wohngebäudes mit Baujahr 1954. Wahrscheinlich versagte zuerst die Kantenverkleidung aus Blech, so dass der Sturmwind unter die Dichtungsbahnen hineingreifen konnte. Dem ähnlich konstruierten Gebäude im Hintergrund wurde gar die gesamte Dacheindeckung abgerissen. (Quelle: ECAP NE)



Abb. 41: Kies auf modernem Flachdach (Baujahr 2006). Der Sturm hat diesen aufgewirbelt und teilweise über den Dachrand hinaus geblasen. (Quelle: ECAP NE)



*Abb. 42: Abgebrochene Ecke einer Faserzement-Schindel auf einem Steildach. Der Zustand der übrigen Schindeln lässt vermuten, dass die beschädigte Schindel bereits altersbedingt geschwächt war. (Quelle: ECAP NE)*



*Abb. 43: Eingestürzter Dachstuhl eines landwirtschaftlichen Nutzgebäudes. Das Erscheinungsbild des Gebäudes erweckt den Eindruck, dass hier auch mangelhafter Unterhalt zum Schaden beigetragen hat. (Quelle: ECAP NE)*

## Verglasung, Fenster

Vergleichsweise uninteressant ist der Kurvenverlauf in Abb. 38 in Bezug auf die Nennung von Schäden an Fenstern und Verglasungen: Er bewegt sich über sämtliche Bauperioden hinweg zwischen 20 und 25 %. Damit nehmen Fenster und Verglasungen nach den Dächern den zweithöchsten Anteil an Nennungen in den Schadendossiers an. Sie sind somit ausgesprochen verletzlich und zudem praktisch an jedem Gebäude vorhanden. Neben der direkten Einwirkung des Sturms – Sog- oder Druckkräfte übersteigen die Belastbarkeit der Fensterfläche – gehen die Schäden oft auf durch den Wind hin-und-her-schlagende offene Fensterflügel und insbesondere auf Trümmerschlag zurück. Auf diesen sind grossflächige und auf kurzfristige Punktbelastungen mit Sprödbbruch reagierende Glas- oder Kunststoffflächen besonders anfällig. Bereits einzelne vom benachbarten Flachdach herangekehrte Kieselsteine, erst recht aber Dachziegeltrümmer können zu Glasbruch führen (Abb. 44 und 45).

## Fassaden und Wände

Wie bei den Dächern gilt auch hier: Die Existenz von Fassaden bzw. Wänden kann an den meisten Gebäuden als

gegeben vorausgesetzt werden (Ausnahme: Carports, Unterstände u.ä.). Wenn wir also in Abb. 38 Schwankungen in der Anzahl Nennungen feststellen, dann sind sie durch Änderungen der Verletzlichkeit bedingt. Hier verläuft die Entwicklung entgegengesetzt zu jener der Dächer: Bei Gebäuden aus der Periode 1950 - 1959 treten nur 7 % der Schäden an Fassaden und Wänden auf. Im Gegensatz dazu ist der Anteil bei den jüngsten Gebäuden mit 18 % mehr als doppelt so hoch. Der Anstieg erfolgte vor allem ab den 1980er Jahren.

Die vermutlich robusteste Form der Fassade dürfte in den untersuchten Baujahren ab 1950 nur noch sehr selten verbaut worden sein: Naturstein. An älteren Gebäuden in La Chaux-de-Fonds ist Naturstein durchaus verbreitet (Abb. 46), an moderneren Gebäuden aber nur mehr sehr vereinzelt in Form von Plattenverkleidungen anzutreffen. Der ebenfalls robuste Sichtbeton dürfte in den 1950er Jahren noch wenig verbreitet gewesen sein.

Die typische Hausfassade der 1950er Jahre besteht aus verputztem Mauerwerk. Wind vermag ihr direkt wenig anzuhaben. Herumfliegende Trümmerteile hingegen können die Verputzschicht beschädigen. In vielen Fällen dürften aber geringfügige Schäden am Aufputz gar nicht der Gebäudeversicherung gemeldet worden sein, da die Unter-



*Abb. 44: Glasbruch wahrscheinlich infolge Trümmerschlags: Die punktförmigen Fassadenschäden und die mehrfachen Durchbruchstellen im Glas lassen auf Einschläge harter Körner als Ursache schliessen. Tatsächlich stehen direkt benachbart im Westen und Nordwesten zwei Gebäude mit kiesbedeckten Flachdächern. (Quelle: ECAP NE)*



*Abb. 45: Eindeutig Trümmerschlag: Der für den Schaden verantwortliche Dachziegel steckt noch in der Fensterscheibe. Der Spinnennetzbruch darüber weist rötliche Spuren auf, was nahelegt, dass die Scheibe mehrfach von Ziegeltrümmern getroffen wurde. (Quelle: ECAP NE)*



*Abb. 46: Robust, aber doch nicht ganz unverwüsthlich: Naturstein-Fassade mit Beschädigungen durch Trümmerschlag an einer Villa mit Baujahr 1919. (Quelle: ECAP NE)*

grenze des Selbstbehalts der Gebäudeversicherung Neuenburg bei CHF 300.- liegt, was bei Kleinschäden einem bedeutenden Anteil am Schadenbetrag entspricht.

Mauerwerk aus der jüngsten Periode hingegen trägt oft eine verhältnismässig weiche verputzte Wärmedämmschicht (aus Polystyrol, Polyurethan, Zellulose, Steinwolle, Glaswolle usw.). Herumwirbelnde Trümmer, die auf eine solche Fassade treffen, wirken wie der Hieb mit dem Teelöffel aufs Dreiminuten-Ei: Weder Armierungsgewebe noch die darunterliegende weichere Dämmschicht vermag die Verputz-Schale genügend zu stützen, so dass letztere durchbrochen und die darunterliegende Dämmschicht in ihrer Funktion beeinträchtigt wird. Die Begleitfotos zu den Schadendossiers der Gebäudeversicherung Neuenburg dokumentieren viele in der Fassade steckende Trümmerteile von Nachbargebäuden (Abb. 47 und 48).

Empfindlich auf direkte Windlast, vor allem aber auf Trümmerschlag, sind auch weitere moderne Fassadentypen, z.B. Fassadenverkleidungen aus Leichtmetallblechen, Glas, Kunststoff, Faserzement und Holz (Abb. 49).

In den Schadenbildern der Gebäudeversicherung Neuenburg fehlen hingegen Beispiele von Schäden an Fassaden aus Sichtbeton oder mit Waschbetonverkleidung weitge-

hend. Nicht, weil Gebäude mit dieser Art Fassade fehlen, sondern weil sie offenbar ausgesprochen robust sind.

Besonders erstaunliche Belege für die Intensität des Sturmes bilden Gebäude mit von Rissen durchzogenen massiven Aussenmauern. Die Risse entstanden aber vermutlich nicht direkt durch den Winddruck, sondern durch Kraftübertragung – beispielsweise über das Balkenwerk des beschädigten Dachstocks – auf das Mauerwerk (Abb. 50).

### Storen

Nicht alle Gebäude weisen Storen auf. Bis weit in die 1950er Jahre wurden die meisten Gebäude noch mit Fensterläden ausgestattet. In den folgenden Jahrzehnten verdrängten die Storen die Fensterläden jedoch weitgehend: An Gebäuden mit Baujahren nach 2000 dürften kaum noch Fensterläden zu finden sein.

Storen zeigen fast exakt dieselbe Entwicklung wie die Fassaden / Wände: Konstanz um ca. 10 % bis etwa 1980, danach stetiger Anstieg auf knapp 20 % hin zu den jüngsten Gebäuden. Die wachsende Verbreitung von Storen ist ein Faktor, der zur Zunahme der Nennungen in den Schadendaten beiträgt. Besonders Leichtmetall-Raffstoren



*Abb. 47: Wohngebäude mit Baujahr 1965, das mit Verputz auf Aussen-dämmung energetisch saniert wurde. Herumgewirbelte, zum Teil noch in der Fassade steckende Trümmerteile verursachten schwere Schäden an der Fassade. Zudem wurde auch rund ein Drittel der Dachfläche abgerissen. (Quelle: ECAP NE)*



Abb. 48: Ziegelscherben in der Fassade eines mit Aussendämmung energetisch sanierten Wohngebäudes von 1958. Gut zu erkennen sind das blaue Armierungsgewebe unter dem abgeblätternen Verputz sowie das herausquellende Dämmmaterial (Styropor). Dem Anprall des Ziegelfragments vermochte keines der Materialien zu widerstehen. (Quelle: ECAP NE)

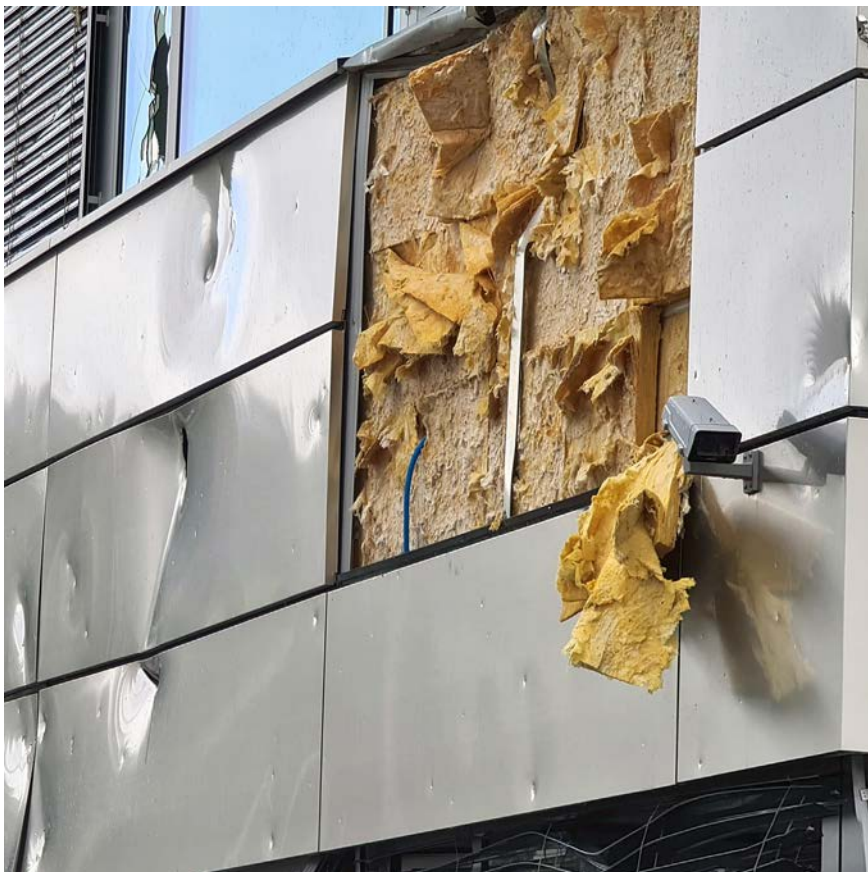
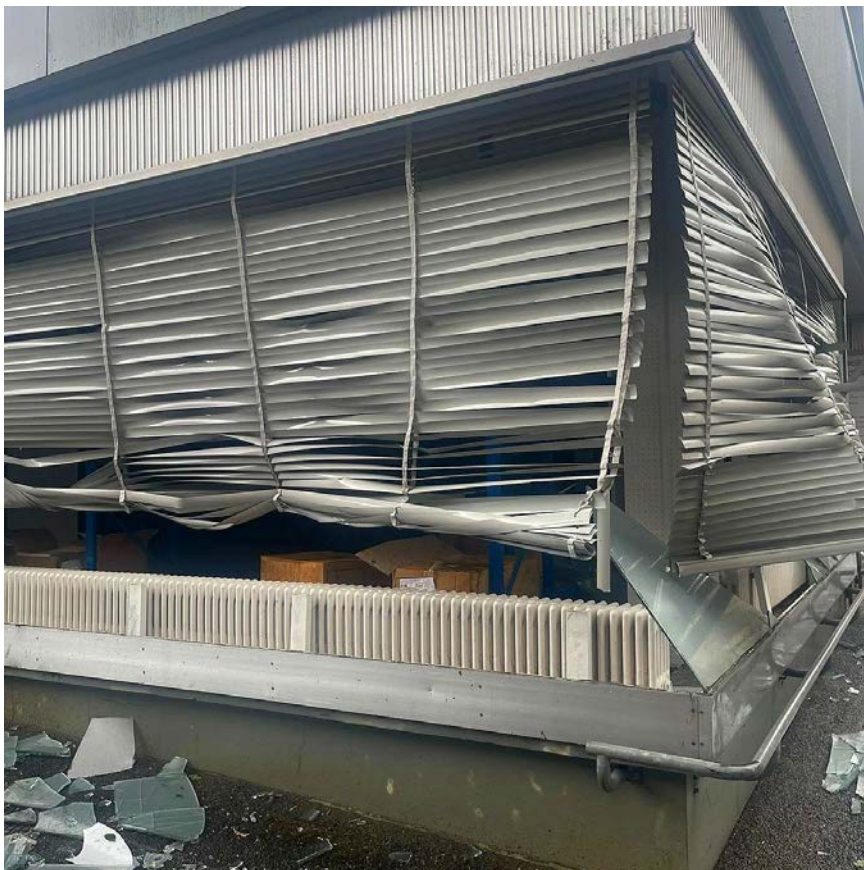


Abb. 49: Exemplarisch ein Industriegebäude von 2018 mit abgerissener Fassadenverkleidung aus Leichtmetall-Blechtefeln, darunter hervorquellende Aussendämmung (Glaswolle). Die verbliebenen Blechelemente erlitten schwere Treffer durch herumgewirbelte Trümmerteile. Die Überwachungskamera wendet sich bestürzt vom traurigen Anblick ab. (Quelle: ECAP NE)



*Abb. 50: Risse im Mauerwerk eines Wohngebäudes von 1902. Der Hauptriss geht von einer Dachpfette aus, und gemäss Schadenbeschreibung wurde ein beträchtlicher Teil des Daches beschädigt. Dies lässt vermuten, dass der Riss durch Hebelwirkung über die Dachpfette entstanden ist, nicht durch die direkte Windlast auf das Mauerwerk. Dazu passt, dass Mauerwerk eine ausgesprochen geringe Querkrafttragfähigkeit aufweist. (Quelle: ECAP NE)*



*Abb. 51: Durch den Sturm zerrufte Leichtmetall-Raffstoren. Auch die dahinter befindlichen Fensterscheiben gingen zu Bruch, wie deren Scherben am Boden belegen. (Quelle: ECAP NE)*

vermögen weder schweren Windböen noch herumwirbelnden Trümmerteilen zu widerstehen (Abb. 51). Gebäude mit Raffstoren sind daher in der Regel mit einem Windwächter (kleines Schalenkreuz-Anemometer) ausgestattet, auf dessen Signal hin die Storen automatisch eingezogen werden können. Beim ausserordentlich abrupt hereingebrochenen Sommersturmereignis 2023 reichte aber womöglich die Reaktionszeit etlicher automatisierter Systeme nicht aus, um die Storen rechtzeitig in eine sichere Position hochzufahren. Oder aber die Wächter wurden zerstört, bevor sie ihr Signal aussenden konnten.

### Fensterläden

Fensterläden wurden im obigen Abschnitt bereits angesprochen: An älteren Gebäuden sind sie noch weit verbreitet, an modernen Gebäuden werden sie immer seltener verbaut. Traditionell aus Holz gefertigt, werden moderne Varianten meist aus Aluminium hergestellt. Von ursprünglich 7 % Anteil an den Nennungen in den Schadendaten sinkt der Anteil ab etwa dem Jahr 2000 gegen 1 %. Dies vermutlich nicht in erster Linie, weil sich ihre Verletzlichkeit verändert hätte, sondern weil sie durch Storen aus dem jüngeren Gebäudebestand verdrängt

worden sind. Der Kurvenverlauf der Fensterläden verhält sich daher kaum zufällig gegenläufig zu jenem der Storen.

Typische Schadenbilder bei Fensterläden sind beschädigte Rahmenverbindungen, herausgeschlagene oder verbeulte Lamellen und aus den Läden oder der Fassade gerissene Scharniere. Besonders leichtes Spiel hatte der Sturm mit alten morschen, weil schlecht unterhaltenen Fensterläden (Abb. 52). Neben mechanischen Schäden gehören auch Beschädigungen des Anstrichs zum typischen Schadenbild.

### Fotovoltaikmodule, Sonnenkollektoren

Hier haben wir es mit speziellen Bauelementen zu tun: Während Solarenergieanlagen in moderneren Gebäuden bereits integraler Teil des Bauprojekts waren, wurden sie auf älteren Gebäuden erst nachträglich installiert. Das Gebäudebaujahr entspricht somit nicht dem Jahr der Anlageninstallation. Dennoch wurden modernere Gebäude statistisch häufiger an Solarenergieanlagen beschädigt. Wohl, weil ihr Anteil dort generell höher ist: Moderne Flachdächer eignen sich für die Solarenergienutzung besonders gut.



*Abb. 52: Beschädigter älterer Fensterladen aus Holz: Etliche Lamellen sind aus dem Rahmen gefallen, nachdem sich dessen Eckverbindung unten rechts gelöst hatte. (Quelle: ECAP NE)*



Abb. 53: Beleg für die Gewalt des Sturmes: Ein abgerissenes Fotovoltaikmodul mutierte zum gefährlichen Geschoss. Beim Aufprall auf ein Nachbargebäude durchschlug es dessen Blechverkleidung und blieb darin stecken. Vermutlich handelt es sich dabei um ein ungenügend befestigtes «Balkonkraftwerk». (Quelle: ECAP NE)



Abb. 54: Fotovoltaikmodul als Opfer von Trümmerschlag. Die Scherben der für dessen Zerstörung verantwortlichen Ziegel liegen noch herum. (Quelle: ECAP NE)

Das Schadenbild bei Sonnenenergie-Bauelementen ist ein zweifaches: Zum einen wurden zahlreiche Elemente aus ihren Verankerungen gerissen und zum Teil weggetragen (Abb. 53). Dies trifft naturgemäss vor allem für Aufdachanlagen zu, an denen der Wind leichter angreifen kann. Solarziegel wurden – ähnlich wie Tonziegel – einzeln oder im Verband vom Dach abgehoben. Daneben wurden aber auch zahlreiche Schäden verzeichnet, die

dem Trümmerschlag geschuldet sind: Selbst Elemente mit geprüftem Hagelwiderstand 5 (schadenfrei bei Hagel-schlag mit Körnern von bis 5 cm Durchmesser) vermögen einschlagenden Dachziegeln und Trümmern vergleichbarer Grössenordnung nicht zu widerstehen (Abb. 54).

Basierend auf den verfügbaren Daten lässt sich leider kein Zusammenhang zwischen Baujahr und Qualität einerseits

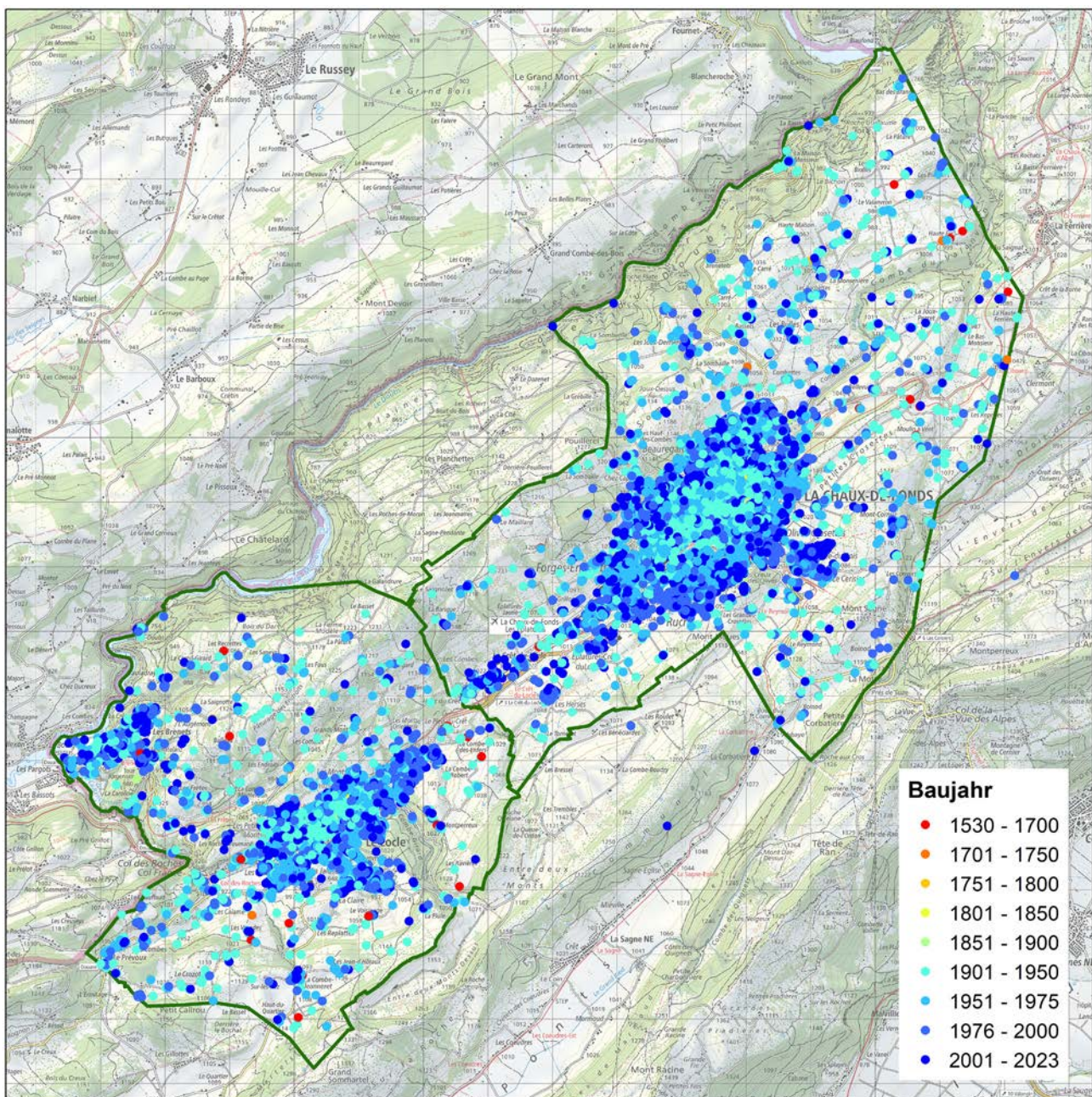


Abb. 55: Altersverteilung des Gesamt-Gebäudebestandes in den beiden untersuchten Gemeinden: Rot die ältesten Gebäude, deren Baujahr bis ins 16. Jahrhundert zurückreicht, dunkelblau die jüngsten Bauten aus der Gegenwart. Vgl. dazu auch die Abb. 58 bis 61 zur Siedlungsentwicklung. Die Karte enthält keine Informationen zu Gebäudeschäden, weshalb hier keine räumliche Aggregation vorgenommen wurde. (Datenquellen: ECAP NE, Swisstopo)

## 9. Historische Sommersturm-Ereignisse

und der Verletzlichkeit der Solarenergie-Bauelemente andererseits ableiten. Zwar ist das Baujahr der beschädigten Gebäude zumeist bekannt, doch muss dieses – wie oben angesprochen – nicht zwingend mit jenem der Bauelemente übereinstimmen.

Die Auswertungsergebnisse der übrigen Kategorien führen wir hier aufgrund ihrer geringen Anzahl von Nennungen oder der unauffälligen bauhistorischen Entwicklung nicht weiter aus.

Zusammenfassend erlauben uns die untersuchten Kategorien plausible Vermutungen zum Kurvenverlauf in Abb. 21 zu formulieren:

- Der Höhepunkt um Baujahr 1950 und anschliessende Rückgang der Gebäudeschäden dürfte mit den relativ sturmanfälligen Ziegeldächern ohne Unterdach zusammenhängen. Die Zunahme von Unterdachkonstruktionen und Flachdächern führte in der Folge zu einem Rückgang der Verletzlichkeit der Gebäude.
- Der erneute Anstieg nach ca. 1990 dürfte mit der zunehmenden Verletzlichkeit im Zusammenhang mit vermehrt verbauten Storen, Solarenergieanlagen sowie mit empfindlicheren Fassaden(verkleidungen) zu erklären sein.
- Unklar bleibt der Rückgang nach Baujahr 2013. Nicht auszuschliessen ist ein Zusammenhang mit der geografischen Lage dieser jüngsten Gebäude: Tendenziell wurden jüngere Gebäude eher an der Peripherie der beiden Hauptorte zugebaut, während sich die älteren Gebäude in den Ortszentren befinden (Abb. 55). Aufgrund der Zugbahn des Sturmes entlang der Talachse und seines recht eng begrenzten Wirkungsrums könnten die durchschnittlich älteren Ortszentren insgesamt höheren Windgeschwindigkeiten ausgesetzt gewesen sein als die Ortsränder (Abb. 62). In den Ortskernen ist gleichzeitig die Gebäudedichte am höchsten, so dass die dort stehenden Gebäude zudem am stärksten dem Trümmerschlag ausgesetzt waren. Dies könnte auch das erste Maximum in Abb. 21 erklären, ohne dass zwingend von einer sturmanfälligeren Bauweise der um 1950 erstellten Gebäude ausgegangen werden müsste.

Man mag sich beim Betrachten von Tab. 1 fragen, warum nur gerade zwei beschädigte Antennen in den Schadenlisten aufgeführt sind. Diese sind oft fragil und auf den Gebäudedächern oder an Hausecken Sturmwinden besonders ausgesetzt. In den Schadenfotos finden sich in der Tat wesentlich mehr beschädigte Antennen, v.a. Parabolantennen (Abb. 56), was die Antwort auf die Frage bereits vorwegnimmt:

Antennenanlagen für Radio- und Fernsehempfang werden durch die Gebäudeversicherung Neuenburg nur dann versichert, wenn die entsprechenden Gebäude keinen Anschluss an ein entsprechendes Kabelnetz haben (vgl. «Allgemeine Geschäftsbedingungen der Gebäudeversicherung Neuenburg», Ausgabe 2020). Dies dürfte in den hauptsächlich vom Sturm betroffenen Städten Le Locle und La Chaux-de-Fonds für die wenigsten Gebäude zutreffen. Die meisten beschädigten Antennen sind also durch die Fahrhabeversicherung der Privatassekuranz gedeckt. Mobilfunkantennen – auch wenn sie auf einem versicherten Gebäude stehen – werden nicht als Teil desselben versichert, sondern gelten ebenfalls als Fahrhabe.

## 9. Historische Sommersturm-Ereignisse

Bevor wir unsere Betrachtungen auf frühere grosse Sommersturm-Ereignisse richten, lohnt sich ein Blick auf die bauliche Entwicklung in den beiden Gemeinden Le Locle und La Chaux-de-Fonds. Auffällig ist die deutliche Zunahme des Gebäudebestandes der beiden Hauptorte über die letzten knapp hundert Jahre (Abb. 58 - 61) trotz nur geringer Veränderung der Bevölkerungszahl in diesem Zeitraum (Abb. 57).

Das bedeutet, dass sich das Schadenpotenzial in diesem Zeitraum sowohl pro Kopf der Bevölkerung als auch absolut betrachtet deutlich erhöht hat: Wo Stürme in der Vergangenheit vor allem Schäden an Wald, Flur und Landwirtschaftsgebäuden verursacht hatten, traf der Sturm am 24. Juli 2023 nun auf Gewerbe- und Industriebauten, aber auch auf neure Wohnsiedlungen. Dies gilt es beim Vergleich mit der Schadenwirkung früherer Ereignisse zu berücksichtigen.

Abb. 62 zeigt die anhand der nachstehend aufgeführten Steckbriefe und zeitgenössischer Quellen rekonstruierten Zugbahnen der drei Sommerstürme im Bereich unseres Untersuchungsgebiets. Während jene von 1926 und 1934 vorwiegend über dünn besiedeltes Gebiet zogen (der 1934er Tornado überquerte zwar Le Locle, hatte dabei aber noch nicht seine volle Intensität erreicht), zog das Hybrid-Ereignis von 2023 entlang der Haupttalung und über die Städte Le Locle und La Chaux-de-Fonds hinweg. Daher fiel die Anzahl der Gebäudeschäden 2023 – über 3'000 – massiv höher aus als 1926 und 1934 (68 bzw. 141 Gebäudeschäden im Kanton Neuenburg).

Zu berücksichtigen ist dabei neben den unterschiedlichen Zugbahnen offensichtlich auch der von ca. 1930 auf 2023 erfolgte Gebäudezuwachs sowie die Entwicklung in Bezug auf die Bauweise.



Abb. 56: Demolierte Parabolantenne an einem Wohngebäude. Diese wird zur Fahrhabe gerechnet und ist daher nicht im Deckungsumfang und somit auch nicht im Schadendossier der Gebäudeversicherung Neuenburg enthalten. (Quelle: ECAP NE)

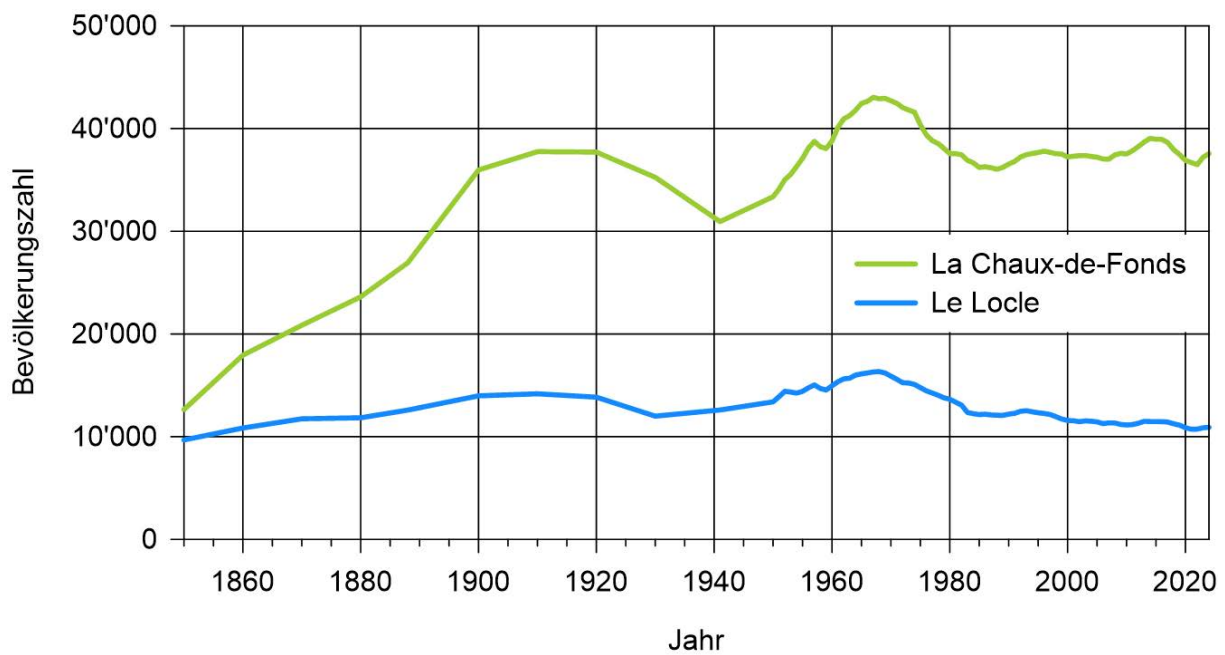


Abb. 57: Bevölkerungsentwicklung in den heutigen Gemeinden La Chaux-de-Fonds und Le Locle im Zeitraum 1850 - 2024. Auffällig ist der Bevölkerungsrückgang in den wirtschaftlichen Krisenjahren 1920 ~ 1930 und 1970 ~ 1985 sowie die insgesamt geringe Veränderung der Bevölkerungszahl über die letzten 120 Jahre. (Datenquelle: Bundesamt für Statistik)

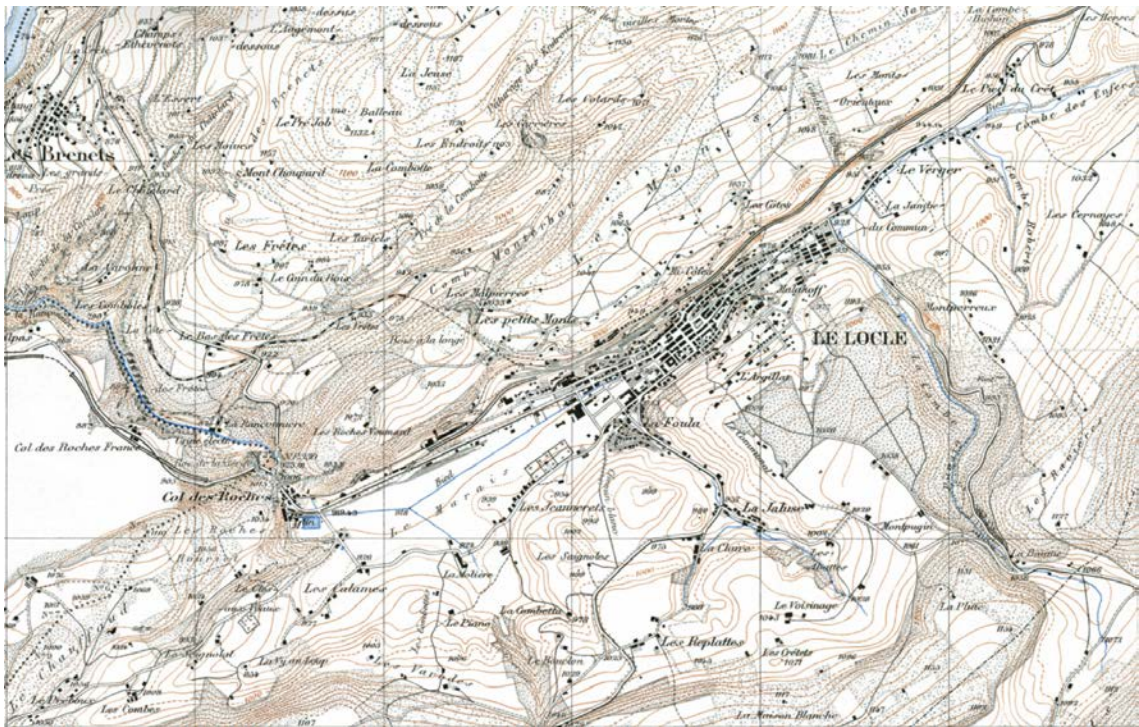


Abb. 58: Le Locle im Jahr 1926 (Topographischer Atlas 1 : 25'000); Gitternetz 1 × 1 km. Die Gebiete «Le Marais» im Südwesten, «Le Verger» im Nordosten und «La Jaluse» im Süden sind erst spärlich überbaut. Les Brenets ist ein kompaktes Dorf. (Quelle: Swisstopo)

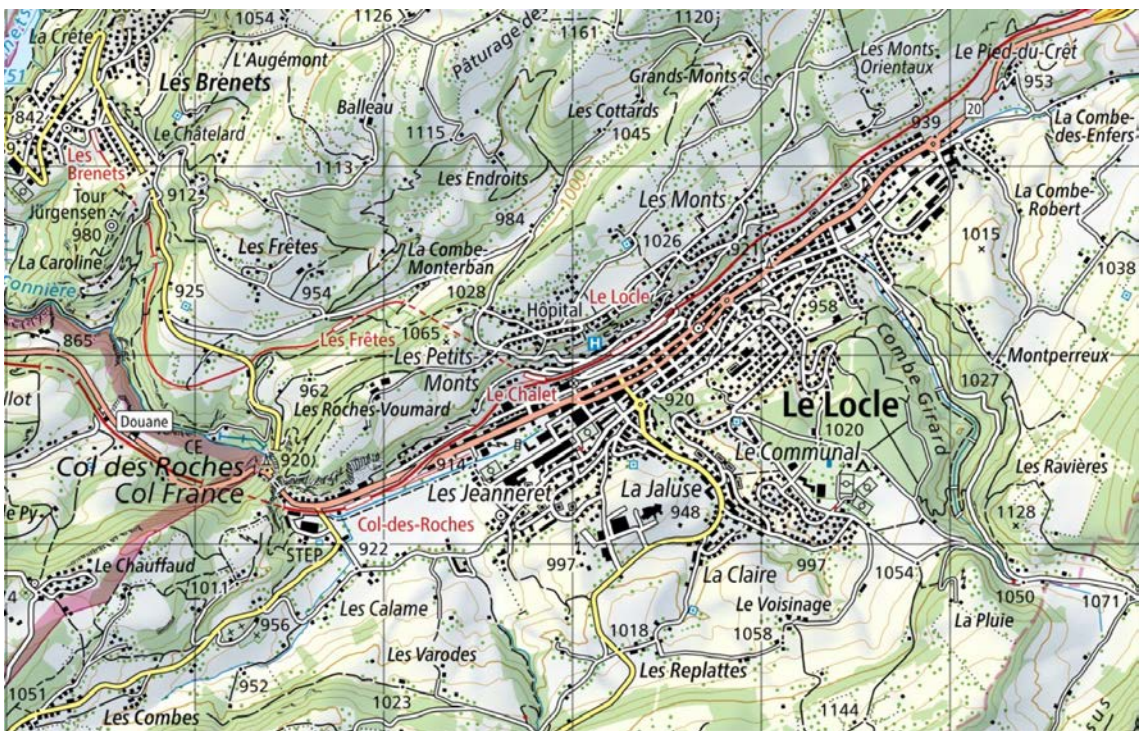


Abb. 59: Le Locle im Jahr 2023 (Landeskarte 1 : 50'000); Gitternetz 1 × 1 km. Augenfällig ist das Wachstum des Ortes v.a. an den Rändern; am stärksten im Südwesten und Süden, aber auch im Nordosten sowie am Sonnenhang nordwestlich des Ortes («Les Monts»). In Les Brenets ist oberhalb von La Crête eine neue Siedlung entstanden (Quelle: Swisstopo)

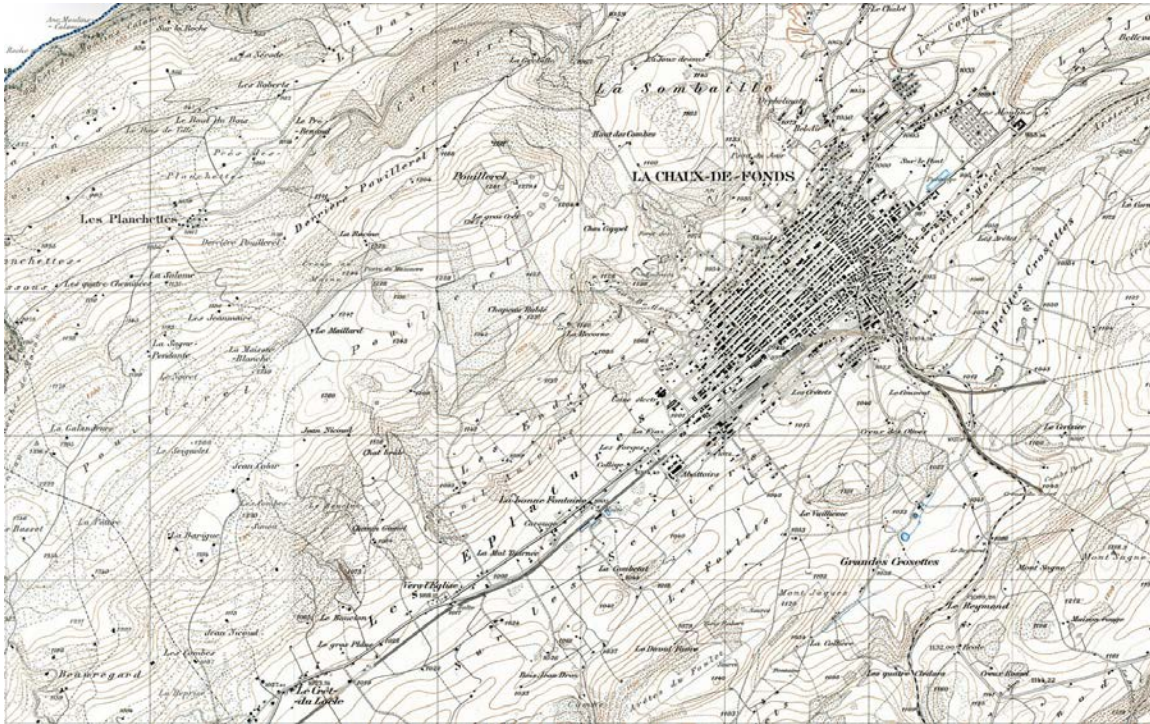


Abb. 60: La Chaux-de-Fonds im Jahr 1926 (Topographischer Atlas 1 : 25'000); Gitternetz 1 × 1 km. Das Stadtbild wirkt kompakt. Das Gebiet im Südwesten – «Les Éplatures» – und südlich des Bahnhofs ist hingegen nur relativ dünn besiedelt. Dasselbe gilt für den Nordosten («Sur le Pont»). (Quelle: Swisstopo)

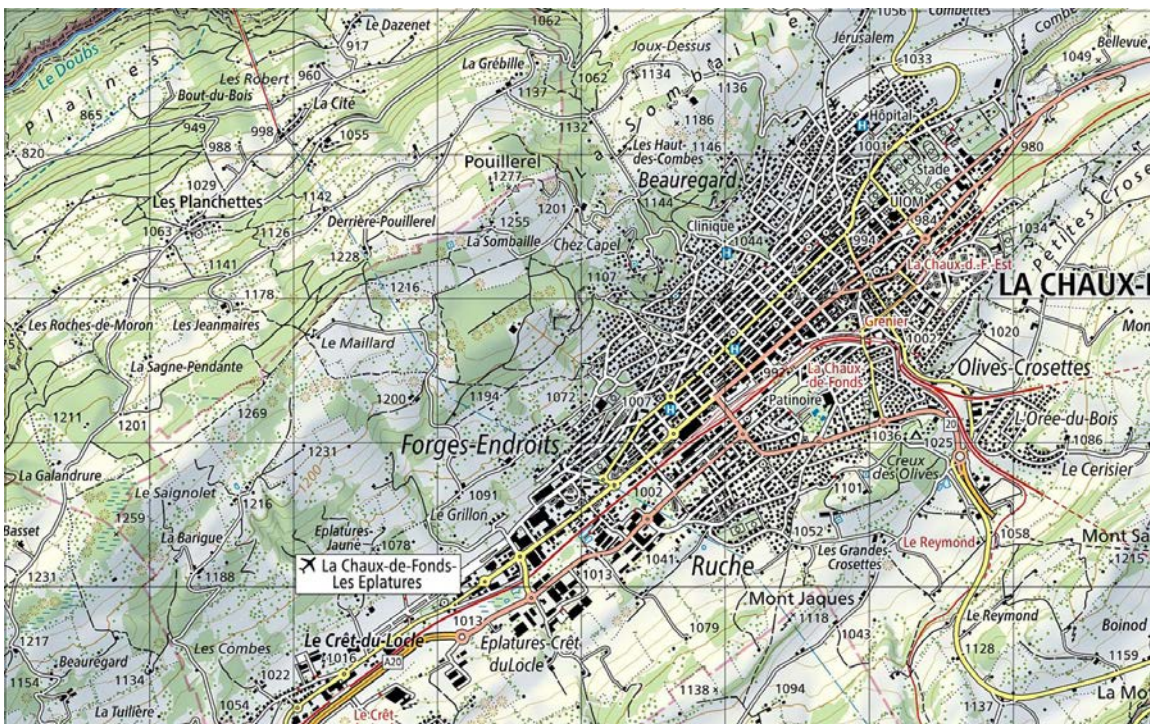


Abb. 61: La Chaux-de-Fonds im Jahr 2023 (Landeskarte 1 : 50'000); Gitternetz 1 × 1 km. Die Stadt hat sich in alle Richtungen ausgedehnt: Im Talboden, wo im Südwesten insbesondere Industrie- und Gewerbegebäude sowie ein Flugplatz entstanden sind, ebenso im Nordosten, wo etliche neuere Sportanlagen gebaut wurden, weiter zahlreiche moderne Wohnsiedlungen südöstlich des Bahnhofs und am Sonnenhang über dem Ort. Die ehemals scharfe Siedlungsgrenze ist teilweise ausgefranst. (Quelle: Swisstopo)

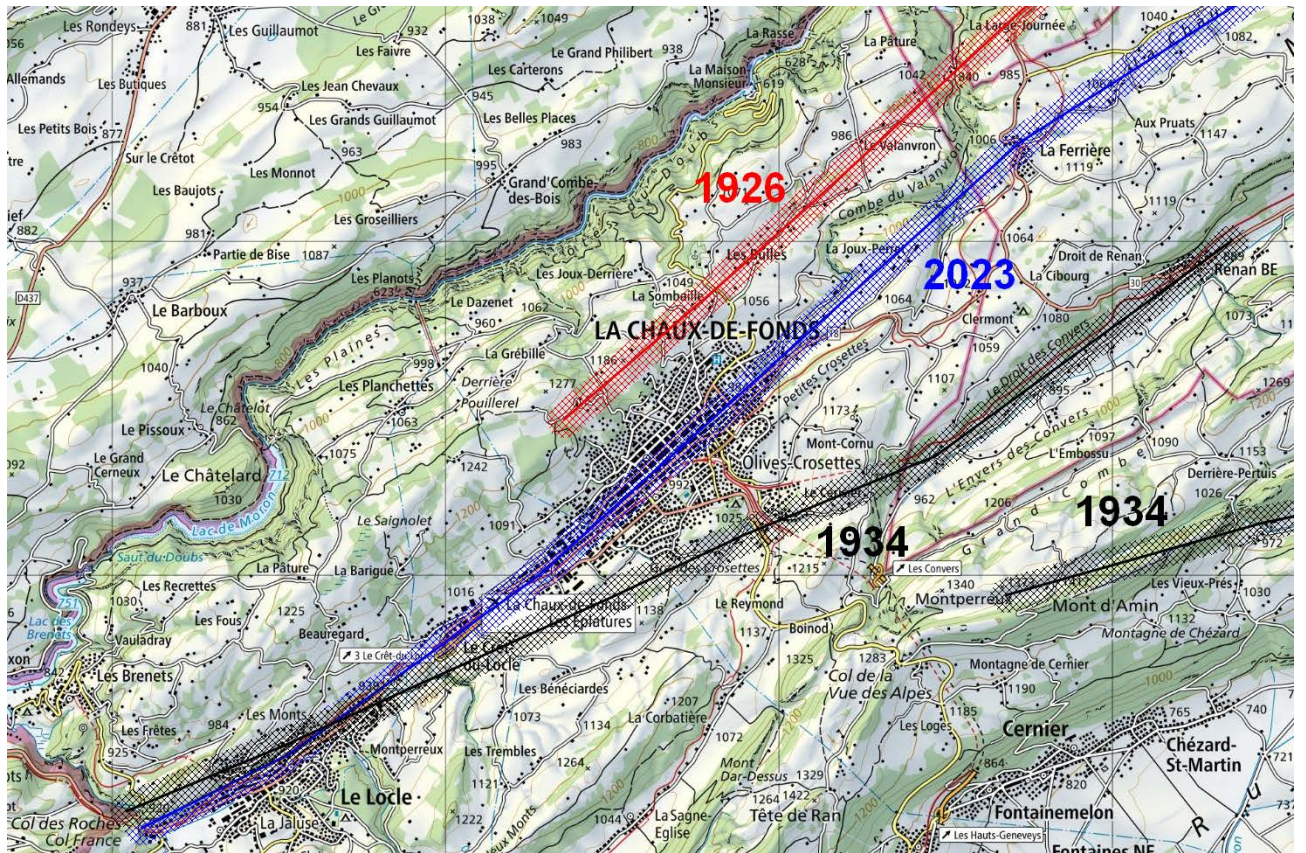


Abb. 62: Ungefähre Zugbahnen der Sommerstürme (Tornados, Fallböen) von 1926, 1934 und 2023 durch das Untersuchungsgebiet, rekonstruiert nach verschiedenen Quellen. (Kartengrundlage: Landeskarte 1 : 200'000, Quelle: Swisstopo)

## Steckbrief Sturmereignis am 12. Juni 1926

### **Tageszeit:**

17.30 - 19.15 Uhr MEZ.

### **Dauer:**

Für einen festen Standort ½ bis wenige Minuten, über die gesamte Zugbahn 20 bis 30 Minuten.

### **Einschätzung der Art des Ereignisses:**

Bei Le Pouillerel seien zwei aus Westen bzw. aus Süden heranziehende Gewitterzellen aufeinandergeprallt und hätten einen oder mehrere Tornados mit einer rekonstruierten Intensität von F2 (T5) bis F3 (T6) verursacht. Es wurde beobachtet, dass der Bodenkontakt wiederholt abbriss, dass also einzelne Abschnitte der Zugbahn übersprungen wurden. Begleitet wurde der Windsturm von 60 - 75 g schweren Hagelkörnern, was einem Korndurchmesser von 5 - 5 ½ cm entspricht. Der Hagelschlag setzte jedoch erst ausserhalb des Kantons Neuenburg ein.

### **Zugbahn / betroffenes Gebiet:**

Von unterhalb Le Pouillerel im Nordwesten von La Chaux-de-Fonds (Startpunkt) über La Sombaille, Les Bulles, Valanvron, nördlich an La Ferrière BE vorbei weiter durch La Chaux d'Abel BE bis nordöstlich von Les Breuleux JU (Endpunkt). Ab dort hatten die Tornados keinen Bodenkontakt mehr. Es wurden keine grösseren Ortschaften betroffen (Abb. 62).

### **Dimensionen der Zugbahn:**

Länge ca. 20 bis 30 km, Breite 300 bis 1'100 m, Zuggeschwindigkeit, abgeleitet aus Zugbahnlänge und Dauer, ca. 40 - 90 km/h.



### **Schadenwirkung:**

Gemauerte Gebäude wurden eingerissen und teils weitgehend zerstört, Dächer wurden samt Dachstock weggerissen (Abb. 63), Holzgebäude ganz zerstört. Wohl Tausende von Bäumen wurden grossflächig abgeknickt oder entwurzelt. Das Fallmuster war tornadotypisch. Eine Foto in Herzog & Golaz (1926) zeigt eine Rottanne (Fichte), deren Äste um den Stamm herumgewickelt worden waren.

### **Opferbilanz:**

Ein 8-jähriger Knabe wurde den Armen der Mutter entrisen und gegen eine Mauer geschleudert. Er starb infolge eines Schädelbruchs; seine Mutter wurde schwer verletzt. Weiter starb ein 7-jähriges Kind in einem Landwirtschaftsgebäude. Insgesamt wurden ca. 50 Personen verletzt, mehrere davon durch Hagelschlag. Auch etliche Rinder und Pferde wurden getötet.

### **Gebäudeschäden:**

Im Kanton Neuenburg wurden 11 Gebäude zerstört, 57 beschädigt. Die Gebäudeschadenssumme belief sich auf ca. CHF 401'000.-. Die Schäden wurden über eine kantonale Sammlung sowie einen Spezialfonds der Feuerversicherung vergütet; die Gebäudeversicherung Neuenburg verfügte damals noch nicht über eine Elementarschadendeckung (Lanz-Stauffer & Rommel, 1936).

Im Kanton Bern (inklusive heutigem Kanton Jura) wurden 226 Gebäude beschädigt; die Gebäudeschadenssumme betrug ca. CHF 309'000.-. Auch die Gebäudeversicherung Bern bot damals noch keine Elementarschadenversicherung an; die Schäden wurden aus einer «kantonalen Liebesgabensammlung» vergütet (Lanz-Stauffer & Rommel, 1936).

### **Besonderes:**

Grosses Medieninteresse.

Das Ereignis von 1926 ist in der Schadendatenbank des IRV leider nicht abrufbar, da es vor der Einführung der Elementarschaden-Rückversicherung durch den IRV erfolgte.

Abb. 63: Zerstörtes Landwirtschaftsgebäude nördlich von La Chaux-de-Fonds. Der gesamte Holzüberbau wurde weggerissen; die Trümmer liegen weit um das Gebäude herum verteilt. (Foto: F. Haefeli, La Chaux-de-Fonds)

## Steckbrief Sturmereignis am 23. Aug. 1934

### **Tageszeit:**

ca. 17.30 Uhr MEZ

### **Dauer:**

Insgesamt ca. 40 - 60 Minuten, abgeleitet aus der Länge der Zugbahn und geschätzter Zuggeschwindigkeit (s. u.).

### **Einschätzung der Art des Ereignisses:**

Mindestens zwei Tornados zogen südlich von La Chaux-de-Fonds vorbei (ein weiterer von Le Bémont bei Saignelégier bis St-Brais, beide heute zum Kanton Jura gehörig); vergleichbar mit, aber schwächer als die Tornados von 1926; bei Les Brenets NE fiel Hagel bis Faustgrösse.

### **Zugbahn / betroffenes Gebiet:**

Mindestens ein Tornado zog vom Col-des-Roches über Le Locle, La Combe des Enfers und Le Foulet, bei Les Grandes-Crosettes südlich an La Chaux-de-Fonds vorbei, weiter nach Les Convers und Renan im Kanton Bern. 1 bis 2 km südlich dieser Zugbahn folgte ein weiterer Tornado dem Bergrücken des Mont d'Amin und gelangte bis Le Côté und Le Pâquier an dessen Südflanke (Abb. 62).

### **Dimensionen der Zugbahn:**

Länge ca. 20 - 25 km, Breite bis 1'300 m; geschätzte Zuggeschwindigkeit 18 - 40 km/h, geschätzte Rotationsgeschwindigkeit 108 - 144 km/h.

### **Schadenwirkung:**

Dächer wurden weggerissen (Abb. 64), gemauerte Häuser zerstört, unzählige Bäume abgeknickt. Deren gegenläufiges Fallmuster deutet auf Tornadoeinwirkung hin.



### **Opferbilanz:**

Ein 17-jähriger Jüngling verstarb bei Renan BE, als er im Freien von mitgerissenen Trümmerteilen getroffen wurde, ein 50-jähriger Mann wurde durch einen Blitzschlag gelähmt und verstarb anschliessend im Spital. Zwei weitere Personen wurden getötet und mindestens drei Personen verletzt.

### **Gebäudeschäden:**

Im Kanton Neuenburg wurden 141 Gebäude beschädigt, die Gebäudeschadenssumme betrug CHF 186'000.-. Sie wurde durch die Gebäudeversicherung Neuenburg übernommen (Lanz-Stauffer & Rommel, 1936).

Für den Kanton Bern führen Lanz-Stauffer & Rommel (1936) die Anzahl der beschädigten Gebäude nicht auf; die Schadenssumme von CHF 49'000.- wurde von der Gebäudeversicherung Bern übernommen.

### **Besonderes:**

Vermutlich infolge eines gewissen Gewöhnungseffekts nur acht Jahre nach dem (allerdings stärkeren) Ereignis von 1926 war das Medienecho auffallend gering. Die Quellenlage ist daher entsprechend dürftig.

Interessant ist aber die im Hinblick auf den 24. Juli 2023 nahezu prophetische Voraussicht in der Ausgabe der Tageszeitung «L'Impartial» aus La Chaux-de-Fonds vom 28. August 1934:

*«1926 und in diesem Jahr [1934] blieb La Chaux-de-Fonds am Rande der Turbulenzen. Dieses Glück verdankte es der eingeschlagenen Zugrichtung der Tornados. Aber das ist ein zufälliger Umstand. Man muss davon ausgehen, dass sich das Phänomen wiederholt und die Zugbahnen auch einmal zwischen jenen von 1926 und 1934 verlaufen. Die Kräfte, die ein Tornado entfesselt, sind so gewaltig, dass man nichts dagegen vorzukehren weiss. Damit muss man sich abfinden und sich auf die Versicherungsorganisationen verlassen, um die aufgetretenen Schäden zu decken.»*

Man vergleiche dazu die Karte der Zugbahnen in Abb. 62.

Das Ereignis von 1934 ist in der Schadendatenbank des IRV leider nicht abrufbar, da es vor der Einführung der Elementarschaden-Rückversicherung durch den IRV erfolgte.

*Abb. 64: Abgerissene Dachflächen und Holz-Fassadenelemente an Gebäuden eines Restaurationsbetriebs westlich von La Chaux-de-Fonds. (Foto: F. Haefeli, La Chaux-de-Fonds)*

## Steckbrief Sturmereignis am 24. Juli 2023

### **Tageszeit:**

ca. 11.25 Uhr MESZ (= 10.25 Uhr MEZ)

### **Dauer:**

Für einen festen Standort ca. 4 - 6 ½ Minuten, über die gesamte Zugbahn ca. 90 Minuten mit sehr starker Intensität.

### **Einschätzung der Art des Ereignisses:**

Hybrides Ereignis: Fallböe mit begleitendem Tornado; Hagel fiel nur untergeordnet.

### **Zugbahn / betroffenes Gebiet:**

Von Salins-les-Bains F nach Aubonne F und weiter nach Morteau F, beim Col des Roches die Landesgrenze überschreitend nach Le Locle NE, La Chaux-de-Fonds NE (höchste Intensität der Fallböe) und La Ferrière BE, dann der Montagne du Droit unter Abschwächung folgend über Tramelan BE hinaus (Abb. 62).

### **Dimensionen der Zugbahn:**

Länge ca. 100 km, Breite bis 2.5 km (entspricht Definition «microburst» / «microrafale»); maximale 1-Sekunden-Böe 217 km/h, gemessen beim Flugplatz Les Éplatures; Zuggeschwindigkeit bis 85 km/h, im Schnitt ca. 67 km/h.

### **Schadenwirkung:**

Dächer und Dachteile, Fassadenelemente und Fotovoltaikmodule wurden weggerissen, Fensterscheiben zertrümmert, einzelne Gebäude mit schwächerer Bauweise zerstört (Abb. 65), drei Hochspannungsmasten sowie ein Kran wurden umgerissen, Lastwagen wurden umgekippt,



Autos und Gebäude durch umstürzende Bäume und herumwirbelnde Trümmerteile oder herabstürzende Dachziegel beschädigt. Ca. 1'600 ha Wald wurden verwüstet; die umgeknickten Stämme zeigten an der Südflanke ein paralleles Fallmuster, was auf eine Fallböe hindeutet, ein ungeordnetes Fallmuster an der Nordflanke weist hingegen auf einen begleitenden Tornado hin (MeteoSchweiz: «hybrides Ereignis»).

### **Opferbilanz:**

Ein 50-jähriger Mann wurde in La Chaux-de-Fonds durch einen umstürzenden Kran in seinem Auto getötet; rund 45 Personen wurden verletzt.

### **Gebäudeschäden:**

In den beiden Neuenburger Gemeinden La Chaux-de-Fonds und Le Locle wurden über 3'000 Gebäude beschädigt; die Gebäudeschadenssumme überstieg CHF 130 Mio. Sie wird unter der Gebäudeversicherung Neuenburg, dem IRV und der Interkantonalen Risikogemeinschaft IRG aufgeteilt.

### **Besonderes:**

Das Ereignis weckte ein grosses Medieninteresse. Am Tag des Ereignisses, einem Montag, waren Schul- und Uhrmacherferien. Letztere sind eine traditionelle Form von Betriebsferien in Uhrmacherbetrieben. Diesem Umstand dürfte zu verdanken sein, dass die Zahl der Personenschäden nicht noch höher ausgefallen ist.

Die Gebäudeversicherung Neuenburg stellte fest, dass ein wesentlicher Anteil der Gebäudeschäden nicht durch die direkte mechanische Einwirkung der Windböen auf die betroffenen Gebäude erfolgt war, sondern indirekt durch den Anprall herumgewirbelter Trümmerteile oder weggeblasener Kiesel von Kiesschüttungen auf Flachdächern von Nachbargebäuden (Trümmerschlag).

Abb. 65: Schwer beschädigtes Industriegebäude bei Le Crêt-du-Loche; betroffen sind sowohl die Dacheindeckung als auch Wände und Fassadenelemente. (Quelle: ECAP NE)

### 10. Präventionsmassnahmen

Ein Grossschadenereignis, wie es am 24. Juli 2023 die Region La Chaux-de-Fonds heimgesucht und das die SIA-Vorgaben bezüglich Windfestigkeit weit übertroffen hat, ist nicht der passende Anlass, mit erhobenem Finger Präventionsmassnahmen zu fordern, denn hier ist in erster Linie Schadenvergütung durch die Gebäudeversicherung gefragt. Dennoch lassen sich anhand der Schadendaten Erkenntnisse für die Elementarschaden-Prävention ableiten:

#### Dächer

Der Sicherung der Dacheindeckung ist die nötige Aufmerksamkeit zu schenken, zum Beispiel mit Sturmklammern an Randziegeln, Ortgangziegeln oder -blechen, winddichten Dachumrandungen, Verwendung von Rillen- oder Schraubennägeln oder Schrauben anstelle glatter Dachnägel und Kontrolle von Flachdachabdeckungen. Ausschlaggebend ist in diesem Zusammenhang der Kraftschluss zwischen tragender Unterkonstruktion und Eindeckung, denn das schwächste Element entscheidet darüber, ob die Verbindung hält oder versagt. Die einschlägigen SIA-Normen (SIA 232/1) fordern genau dies.

#### Fassaden

Die zahlreichen an modernen Gebäuden abgerissenen Fassadenelemente in den Schadenbildern der Gebäudeversicherung Neuenburg sprechen eine deutliche Sprache: Viele Fassadenverkleidungen waren den gewaltigen Windlasten am 24. Juli 2023 nicht gewachsen (Abb. 15 und Abb. 49). Grossflächige hinterlüftete Fassadenelemente sind daher an den Gebäudekanten nach Möglichkeit geschlossen auszugestalten oder gezielt auf hohe Windkräfte auszulegen (vgl. SIA 232/2). Insbesondere muss spezielles Augenmerk auf die Qualität (Festigkeit, Korrosionsresistenz) der Befestigungspunkte gelegt werden (Weidmann, 2010).

#### Mangelnder Unterhalt

Dem Unterhalt der Gebäude ist die nötige Aufmerksamkeit zu schenken. Beschädigte oder fehlende Dachziegel erlauben Sturmwind und Niederschlagswasser den Zugang ins Gebäudeinnere, morsche Holzelemente im Tragwerk oder der Dachunterkonstruktion schwächen die Verbindungen zwischen diesen und der schützenden Gebäudehülle: Das vermeintlich abgeschlossene mutiert zu einem offenen Gebäude, wodurch die Schadenwahrscheinlichkeit deutlich zunimmt.

#### Trümmerschlag

Bedeutende Auswirkungen auf die Gesamtschadenssumme hätte beim Sturmereignis vom 24. Juli 2023 die Vermeidung von Trümmerschlag gehabt. Dessen Anteil lässt sich anhand der verfügbaren Schadendaten nicht beziffern, doch zeigen die umfangreichen Schadenbilder eine bedeutende Anzahl von Schäden, die auf Trümmerschlag zurückzuführen sind: Zahlreiche Beschädigungen der Gebäudehülle an Fassaden, Lichtkuppeln, Fenstern und Türen wurden durch herumfliegende Trümmerteile (Ziegel, Fassadenverkleidungen, Blechwaren, Kies von Dacheindeckungen, Ästen) von Nachbargrundstücken verursacht. Hier sind die Geschädigten weitgehend machtlos, während die Eigentümerschaft der benachbarten «Trümmertlieferanten» in die Pflicht genommen werden müsste (Stichworte: Bauqualität und Gebäudeunterhalt).

In den SIA-Normen zur Tragwerkssicherheit (SIA 261) ist festgelegt, in welchen Gebieten von welchen Winddruckkräften auszugehen ist. Daraus lassen sich entsprechende Anforderungen an die Sturmfestigkeit von Gebäuden bzw. von deren Bauelementen (potenziellen Trümmern) ableiten. Deren Umsetzung zu fordern obliegt der Bauherrschaft.

Neben sturmempfindlichen Bauelementen von Gebäuden gilt es aber auch auf ungesicherte Gegenstände in der Hausumgebung zu achten: Gartenstühle, -tische, Wäscheständer, Blumentöpfe, Grills oder Trampolins können vom Wind erfasst und an benachbarte Gebäude geschleudert werden und führen dort oft zu Schäden an der Gebäudehülle (Abb. 66).

#### Umstürzende Bäume und künstliche Objekte

Präventionsmassnahmen gegen Windwurf von Bäumen und künstlichen Objekten erfolgen sinnvollerweise nicht am bedrohten Schadenpotenzial selbst, sondern müssen sich auf die Widerstandsfähigkeit der umsturzgefährdeten Objekte konzentrieren.

Für benachbarte Bäume empfiehlt sich insbesondere.

- Stutzen der bei Starkwind möglicherweise ans Gebäude anschlagenden Äste.
- Untersuchung des benachbarten Baumbestandes auf seine Gesundheit (Pilzbefall, Hohlstamm, abgestorbene Äste, Gesundheit des Wurzelwerks); dies vorzugsweise durch ausgewiesenes Fachpersonal.

Besonders schwierig zu beurteilen ist die Standfestigkeit von Bäumen in Bezug auf ihr Wurzelwerk. Am 24. Juli



*Abb. 66: Einer der Klassiker zum Thema «Trümmerschlag» darf hier nicht fehlen: Vom Sturm weggetragenes Gartentrampolin. Nicht nur abgerissene Gebäudetrümmer, sondern auch ungesicherte Gegenstände in der Hausumgebung vermögen beim Anprall an Nachbargebäude Schäden zu verursachen. (Quelle: ECAP NE)*



*Abb. 67: Mehrere mitsamt ihren flachen Wurzeltellern umgeworfene Bäume (wohl überwiegend Rotbuchen). Die Fallrichtung erfolgte hier glücklicherweise von den benachbarten Gebäuden weg. (Quelle: ECAP NE)*

# 11. Erkenntnisse, Schlussfolgerungen, Ausblick

2023 sind zahlreiche Bäume mitsamt ihrem Wurzelteller umgekippt (Abb. 33 und 67) und haben dabei etliche Gebäude beschädigt. Hierzu neigen sogenannte Flachwurzler wie Rottannen (Fichten), Zypressen, Weiden, Birken, Apfel- und Birnbäume und eingeschränkt Rotbuchen. Sie sind aufgrund der wenig tiefgründigen Verwurzelung auf Windwurf besonders anfällig. Es empfiehlt sich daher, in Gebäudenähe tief wurzelnde Bäume vorzuziehen. Solche sind z.B. Weisstannen (Edeltannen), Kiefern, Lärchen, Eiben, Linden, Walnuss- und Kirschbäume. Unabhängig davon hängt die Qualität der Verwurzelung aber auch wesentlich von der Gesundheit des Wurzelwerks ab.

Generell gelten Laubbäume und durchmischte Bestände als sturmresistenter als Nadelbäume und gleichförmige Bestände (Monokulturen; vgl. BAFU, 2008). Sofern es sich nicht um natürlich gewachsene (Wald, Gehölze), sondern gepflanzte Bäume handelt, gilt auch hier die Verantwortlichkeit der Eigentümerschaft in Bezug auf benachbarte Gebäude. Sie ist verpflichtet, auf äusserliche Anzeichen von Schwäche zu achten und nötigenfalls zu handeln. Für umgestürzte gesunde Bäume, die keine Schwächezeichen aufweisen, steht sie hingegen nicht in der Verantwortung (<https://www.hev-schweiz.ch/eigentum/baubereich/haftung/haftung-sturmschaeden>, aufgerufen am 28. Juli 2025).

Für die Standsicherheit von künstlichen Objekten wie Masten und Baukränen stehen deren Eigentümer / Betreiber in der Verantwortung. Im Rahmen dieser Publikation mit ihrem Fokus auf Gebäudeschäden durch Elementarschadenprozesse gehen wir nicht weiter darauf ein.

Weitere konkrete Hinweise für Schutz- und Präventionsmassnahmen finden sich auf der Website [www.schutzvor-naturgefahren.ch](http://www.schutzvor-naturgefahren.ch) der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (VKF) und ihrer Partner.

## 11. Erkenntnisse, Schlussfolgerungen, Ausblick

Das Sommersturmereignis am 24. Juli 2023 hat aufgezeigt, welche grossen Schäden extreme Windereignisse in dicht bebauten Gebieten anrichten können. Die Auswertung der mehr als 3'000 Gebäudeschäden, ergänzt durch meteorologische Analysen, GIS-Auswertungen und umfangreiches Bildmaterial der Gebäudeversicherung Neuenburg, belegt: Neben der ausserordentlichen Sturmintensität wirkten auch intrinsische Verletzlichkeiten des Gebäudebestands schadenerhöhend. Daraus ergeben sich mehrere übergeordnete Schlussfolgerungen.

Die Gebäudeversicherung Neuenburg kommt aufgrund der Schadenerfahrungen zum Schluss, dass das Risikobewusstsein im Bauwesen in Bezug auf Naturgefahren noch ungenügend ausgeprägt ist. Trotz geltender Normen zeigt sich bei Planung, Ausführung und Unterhalt oftmals ein zu starker Fokus auf Kostenoptimierung, der zulasten der Robustheit geht. Dies betrifft nicht nur ältere, sondern auch neuere Gebäude. Entsprechend hat sich bereits Weidmann (2010) geäussert; seine Aussage behält daher bis heute ihre Gültigkeit:

*«Bei einem Neubau ist der Bauherr, der den Anbieter für Planung und Ausführung auswählt, dazu aufgerufen, seine Wahl nicht nur vom offerierten Preis abhängig zu machen. Denn die Mehrkosten guter Bauqualität sind in den meisten Fällen geringer als die Kosten jener Sturmschäden, welche wegen schlechter Bauqualität entstehen können.»*

Zimmerli & Hertig (2009) stellen übereinstimmend fest:

*«[Eine] wichtige Erkenntnis [kann] sein, dass der Einsatz von (fähigen) Fachleuten in der Planung und in der Ausführung zwingend ist. Den billigsten Anbieter zu wählen in der sicheren Überzeugung, dass die Versicherungen mögliche Schäden an den Gebäuden beheben werden, ist fahrlässig und unmoralisch.»*

### Erkenntnisse zu Bauqualität und Materialwahl

Viele Schäden sind auf unzureichend befestigte Dach- und Fassadenelemente, empfindliche Aussenverkleidungen oder leichte Bauweisen zurückzuführen. Moderne Bauteile – z. B. Storen, Solarenergieanlagen und hinterlüftete Fassaden – sind besonders empfindlich und erhöhen dadurch die Schadenanfälligkeit.

### Trümmerschlag

Ein grosser Teil der Schäden entstand indirekt durch an Nachbargebäuden abgerissene und durch den Sturm verfrachtete Bauelemente. In dicht bebauten Gebieten erhöht sich dieses Risiko erheblich. Prävention sollte daher die Möglichkeit von Trümmerschlag in Betracht ziehen und die fachgerechte Befestigung der Bauelemente einfordern.

### Einfluss der Exposition

Gebäude an topografisch ausgesetzten Standorten (Hanglagen, Anhöhen) wurden besonders stark betroffen.

## 12. Dank

Präventionskonzepte sollten daher auch die Standortexposition systematisch berücksichtigen. Die Windkarte SIA 261 ist in exponierten Lagen womöglich zu optimistisch.

### Bedeutung des Gebäudeunterhalts

Gut unterhaltene Gebäude erfuhren im Schnitt geringere Schäden. Der gepflegte Zustand der Gebäudehülle und ihrer Befestigungspunkte ist daher eine wesentliche Voraussetzung für die Widerstandsfähigkeit von Gebäuden.

### Bewusstsein für die Naturgefahrenproblematik

Das Sturmereignis hat gezeigt, dass Elementarschadenprävention im Bauwesen häufig nicht die nötige Aufmerksamkeit erhält. Dem kann mit folgenden Massnahmen begegnet werden:

- Bauherrschaften sollten frühzeitig und konsequent in die Verantwortung einbezogen werden.
- Planungs- und Ausführungsqualität sind entscheidend, nicht nur die Einhaltung von Minimalnormen. Dies erfordert qualifiziertes Fachpersonal, insbesondere bei komplexen Gebäudehüllen und energetischen Sanierungen.
- Die Gebäudeversicherungen sollten Prävention gezielt fördern, etwa durch Beratung, Anreize oder allenfalls Auflagen. Informations- und Sensibilisierungsmassnahmen sind notwendig, um das Bewusstsein für Risiken und Präventionspotenziale zu verbessern.

### Weiterentwicklung von Normen und Richtlinien

Als Folge des klimawandelbedingten Temperaturanstiegs ist absehbar, dass der Energiegehalt von Gewitterzellen künftig zunehmen wird. Entsprechend muss von einer Häufigkeits- und Intensitätssteigerung von Windstürmen ausgegangen werden. In diesem Zusammenhang empfiehlt sich eine laufende Überprüfung

- der Windlastnormen (SIA 261),
- der zu erfüllenden Anforderungen an Dachsysteme (SIA 232/1), Fassaden (SIA 232/2) und Fotovoltaik-Anlagen sowie
- der Präventionsstandards, insbesondere in dicht bebauten Gebieten.

### Schlussbemerkung

Das hybride Sturmereignis am 24. Juli 2023 hat klar belegt: Robuste Bauweisen und konsequente Prävention sind zentrale Elemente einer widerstandsfähigen Siedlungsentwicklung. Gebäudeversicherungen, Planungsbüros, Bauherrschaften und Behörden tragen gemeinsam Verantwortung, diese Erkenntnisse umzusetzen. Nur durch eine konsequente Weiterentwicklung der Baukultur und ihre laufende Anpassung an die Umweltdynamik (Klimawandel) lässt sich die Schadenanfälligkeit gegenüber künftigen Ereignissen reduzieren.

## 12. Dank

Der Autor dankt der Gebäudeversicherung Neuenburg ganz herzlich für die freundliche Zusammenarbeit, ihre Unterstützung und das umfangreiche zur Verfügung gestellte Bild- und Datenmaterial.

Besonderer Dank geht an:

- Herrn Jean-Michel Brunner, Direktor der Gebäudeversicherung Neuenburg
- Herrn Massimo Vitalba, Bereichsleiter Versicherung der Gebäudeversicherung Neuenburg
- Herrn Pascal Eschmann, ehemaliger Bereichsleiter Versicherung der Gebäudeversicherung Neuenburg
- Herrn Cédric Richard, Schätzungsexperte der Gebäudeversicherung Neuenburg

### 13. Literaturverzeichnis

- Aller, D., Egli, T., Kozlowski, E. & Kubli, S. (2005): Hochwasser August 2005. Schadenanalyse – ein Monat danach. Interkantonaler Rückversicherungsverband, Bern. 24 S.
- BAFU (2008): Sturmschaden-Handbuch. Vollzugshilfe für die Bewältigung von Sturmschadenereignissen von nationaler Bedeutung im Wald. Umwelt-Vollzug Nr. 0801. Bundesamt für Umwelt, 3. überarbeitete Auflage, Bern. 241 S.
- Bossard, M. & Chavan, J.-P. (2006): Nos lieux-dits. Toponymie romande. Éditions Cabédita, Yens sur Morges. 324 S.
- Egli, T. (2007): Wegleitung Objektschutz gegen meteorologische Naturgefahren. Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen (VKF; Hrsg.), Bern. 146 S.
- Herzog, J. L. & Golaz, C. (1926): Le cyclone orageux du 12 juin 1926. Annales der Schweizerischen Meteorologischen Zentralanstalt 1926, Anhang Nr. 3.
- Imhof, M. (2017): Leitfaden Nutzungscode. Interkantonaler Rückversicherungsverband, Bern. 12 S. (Nur als PDF-Dokument verfügbar.)
- Imhof, M. (2023): Die Sommerunwetter 2021 in der Schweiz. Ereignisanalyse. Interkantonaler Rückversicherungsverband, Bern. 34 S.
- Imhof, M. & Heuberger, S. (2008): Ereignisanalyse Hochwasser 8. / 9. August 2007. Interkantonaler Rückversicherungsverband, Bern. 27 S.
- Imhof, M. & Choffet, M. (2012): Ereignisanalyse Hagel 2009. Untersuchung der Hagelunwetter vom 26. Mai und 23. Juli 2009. Interkantonaler Rückversicherungsverband, Bern. 51 S.
- Imhof, M., Nicolet, P., Voumard, J. & Jaboyedoff, M. (2015): Ereignisanalyse Hagel 2011. Untersuchung des Hagelunwetters vom 12. / 13. Juli 2011 im Kanton Aargau. Interkantonaler Rückversicherungsverband, Bern. 62 S.
- Lanz-Stauffer, H. & Rommel, C. (1936): Elementarschäden und Versicherung. Studie des Rückversicherungsverbandes kantonal-schweizerischer Feuerversicherungsanstalten zur Förderung der Elementarschadenversicherung. II. Band, Bern. 1'154 S.
- Owen, J. S. (2015): Windborne Debris in the Urban Environment. Technical Transactions, Civil Engineering; 7<sup>th</sup> International Symposium on Environmental Effects on Buildings and People: Actions, Influences, Interactions, Discomfort, Kraków. S. 145 - 165.
- Peyraud, L., Untersee, A., Vogt, S., Stoll, M., Galliker, B. & Bey, I. (2024): Orage dévastateur du 24 juillet 2023 à La Chaux-de-Fonds. Rapport technique MétéoSuisse No 287, Zürich. 56 S.
- Piaget, A. (1976): L'évolution orageuse au nord des Alpes et la tornade du Jura vaudois du 26 août 1971. Publications de l'Institut Suisse de la Météorologie. 100 S.
- Riedo, M., Vallet, J., Fournier, H., Ulrich, D. & Allaz, G. (2024): Cartographie d'urgence pour la documentation et la gestion des risques naturels avec l'exemple de la tempête du 24 juillet 2023 à La Chaux-de-Fonds. <https://sitn.ne.ch/web/t240723/article.pdf>, aufgerufen am 13. Aug. 2025. 9 S.
- Schröer, K., Trefalt, S., Hering, A. Germann, U. & Schwierz, C. (2022): Hagelklima Schweiz: Daten, Ergebnisse und Dokumentation, Fachbericht MeteoSchweiz Nr. 283, Zürich. 78 S.
- SIA (Hrsg.; 2011): SIA 232/1 - Geneigte Dächer. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich. 40 S.
- SIA (Hrsg.; 2011): SIA 232/2 - Hinterlüftete Bekleidungen von Aussenwänden. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich. 24 S.
- SIA (Hrsg.; 2014): SIA 262 - Einwirkungen auf Tragwerke. Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein, Zürich. 132 S.
- Weidmann, M. (2010): Sicherheit von Dächern und Fassaden bezüglich schadenverursachendem Wind. Synthesericht für Architekten, Bauherren und Gebäudeeigentümer. Präventionsstiftung der Kantonalen Gebäudeversicherungen (Hrsg.), Bern. 67 S.
- WSL & BUWAL (Hrsg.; 2001): Lothar. Der Orkan 1999. Ereignisanalyse. Eidgenössische Forschungsanstalt für Wald, Schnee und Landschaft, Birmensdorf, Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. 365 S.
- Zimmerli, B. & Hertig, J.-A. (2009): Schadenprävention gegen Wind – Anliegen an die Bauherren. Tagungsunterlagen zur Fachtagung «Gebäudeschutz gegen Wind», 17. Sept. 2009, Luzern. 4 S.

## Anhang

### Nutzungscode

#### 1199 – Wohnen

Ein- und Mehrfamilienhäuser, Ferien- / Wochenendhäuser, Bauernhäuser mit überwiegender Wohnnutzung, Studentenheime, Altersheime, Obdachlosenheime, Gartenhäuser für Personenaufenthalt

#### 1219 – Gastgewerbe

Hotelgebäude, Motels, Gasthöfe, Restaurants, Tea-Rooms, Bars, Schnellimbiss-Lokale, Mensen, Kantinen, SAC-Hütten, Jugendherbergen, Pensionen, Ferienlagerhäuser, Ferienbungalows

#### 1220 – Büro

Bürogebäude, Banken, Postämter, Regierungsgebäude, Verwaltungsgebäude, Gerichtsgebäude, Konferenzzentren

#### 1230 – Verkauf

Ladengeschäfte, Apotheken, Drogerien, Einkaufszentren, Cash & Carry-Märkte, Messe-, Markt- und Ausstellungshallen, Tankstellen, Kioske

#### 1241 – Nachrichten und Verkehr

Fernmelde- / Telefonzentralen, Radio- / Fernsehstudios, Sendeanlagen, Bahnhofsgebäude, Lok- / Bus- / Tramdepots, Stellwerkgebäude, Flughafengebäude, Seilbahn-, Ski- und Sesselliftstationen, Werftgebäude (von Schiffsverkehrsunternehmen), Werkhofgebäude, Wartehäuschen, gedeckte Brücken

#### 1242 – Garagen

Gebäude zum Einstellen von Fahrzeugen wie Parkhäuser, Tiefgaragen, Carports, Bootshäuser, Fahrradschuppen, Maschinenunterstände in der Landwirtschaft («Remisen»)

#### 1252 – Lager

Lagergebäude, Magazine, Öl- und Gasbehälter, Kühlhäuser, Verladehallen, Geräteschuppen, Silos (jedoch nicht in der Landwirtschaft)

#### 1259 – Gewerbe und Industrie

Fabriken, Montagehallen, Verarbeitungsbetriebe, Werkstätten, Schlachthäuser, Käsereien, Gärtnereien und deren Treibhäuser, Getreide- und Gastrocknungsanlagen, Wasserreservoirs, Pumpwerke, Kläranlagen, Kraftwerkanlagen, Fernheizungsanlagen, Trafostationen, Kehrverbrennungsanlagen, Recyclinganlagen, Autowaschanlagen, Werftgebäude (von Bootsbaubetrieben), kommerzielle Forschungs- und Entwicklungsbetriebe, Behindertenwerkstätten

#### 1263 – Ausbildung

Kindergärten, Kindertagesstätten, Schulhäuser, Sonderschulen, Internatsgebäude, Fachhochschulen, Lehrwerkstätten, Universitätsgebäude, Gebäude für Lehre und Forschung, Forschungslabors, Observatorien

#### 1264 – Gesundheit

Spitäler, Sanatorien, Bettenhäuser, Spitalapotheken, Pflege- und Behindertenheime mit pflegerischer / ärztlicher Betreuung (nicht reine Wohnheime), Psychiatriegebäude, Therapiegebäude, Entbindungshäuser, Drogenstationen, Arzt- und Zahnarztpraxen, Tierspitäler

#### 1265 – Sport

Turn- und Sporthallen, Fitnesscenter, Hallenbäder, Fußball- und Eishockeystadien, Kletterhallen, Tennishallen, Schützenhäuser, Scheibenstände, Garderobengebäude (Dusch- und Umkleieräume), Tribünengebäude

#### 1269 – Kultur und Freizeit

Kinos, Konzerthallen, Opernhäuser, Theater, Museen, Kunsthallen, Bibliotheken, Archivgebäude, Casinos, Ruinen, Mehrzweckhallen, Dancings, Vereinslokale, Clubhäuser, Nachtclubs, Reithallen, Karthallen, Betriebsgebäude von Campingplätzen, Pfadfinderheime, Jugendhäuser, Gebäude botanischer und zoologischer Gärten (inkl. Stallungen, Voliären), Saunagebäude, Waldhütten

#### 1271 – Landwirtschaft

Landwirtschaftliche Betriebs- und Lagergebäude (Stallgebäude, Speicher, Scheunen, Schuppen), Masthallen, Gestüte, Treibhäuser (von Landwirtschaftsbetrieben), Kellereien, Jagd-, Fischer- und Holzerhütten, Kleintierställe, Bienenhäuser (beide auch von Hobby-Haltern)

#### 1272 – Sakral

Kirchen, Kapellen, Klöster, Synagogen, Moscheen, Kirchengemeindehäuser, Friedhofsgebäude, Aufbahrungshallen, Krematorien

#### 1274 – öffentliche Spezialbauten

Kasernen, militärische Bauten, Polizei-, Feuerwehrgebäude, Strafvollzugsanstalten, Zivilschutzgebäude, Zeughäuser, öffentliche Toiletten, öffentliche Entsorgungsstellen

