

Wetterbeeinflussung in North Dakota

Organisation und Bewertung

Darin Langerud, NDARB Direktor

Reutlingen, 19 März, 2015

Agenda

- * Historie der Wetterbeeinflussung in North Dakota
- * Projekt Bewertung und Nutzen
- * Einwicklung und Forschung
- * Wetterbeeinflussung im Westen der USA
- * Schlussfolgerungen



Historie der Wetterbeeinflussung

- * Grundlegende Entdeckungen am GE Forschungslabor in Schenectady, NY unter Aufsicht von Nobel Laureate Dr. Irving Langmuir, 1946
 - * Dr. Vincent Schäfer fand heraus, dass Trockeneis zur Eiskeimbildung verwendet werden kann
 - * Dr. Bernard Vonnegut hat herausgefunden, dass Silberjodid ähnliche Eigenschaften aufweist
- * Projekt Cirrus, 1947
 - * Zusammenarbeit zwischen GE, US Army Signal Corps, Office of Naval Research und US Air Force





Pl.259 Two lines cut through a deck of supercooled clouds, using dry ice fragments dispensed at rate of about 1 kg/km. Thin veils of ice crystals remain in seeded area but most have fallen.

Pl.260 An extensive hole cut through cloud deck shown above. This opening developed in about 40 minutes and remained open for several hours. New clouds are starting to form in cleared area.



Pl.261 A solid deck of supercooled clouds seeded with burning pellets of charcoal containing silver iodide. The nuclei in the smoke converted mile-wide strips of cloud to ice crystals.

Pl.262 The same area as shown on Plate 261, from the other end of the seeded field about 10 minutes later as the ice crystals settled out of the cloud to produce lines of virga below cloud base.



Wolken Impfung in N.D.

- * Erste Impfversuche in 1948
- * Projektbereiche wurden definiert, Impfen mit Bodengeneratoren in 1951
- * Ab 1960 wurden bevorzugt Flugzeuge zum impfen eingesetzt
- * Seit 1961 wird ununterbrochen geimpft
- * ND Beirat Wetterbeeinflussung, Regelwerk durch das Bundesland in 1975



Organisationen zur Wetterbeeinflussung

- * N.D. Landesgesetz erlaubt den Landkreisen oder auch landkreisübergreifend die Teilnahme an dem Impfbetrieb
- * Beiräte zur Wetterbeeinflussung sind lokale Organisationen, welche die Teilnahme der Landkreise an der Maßnahme regeln
- * ARB arbeitet mit den Landkreisen zusammen um den Impfbetrieb durchzuführen und um die Finanzierung sicherzustellen
 - * Fachlicher Beirat unterstützt bei der Vorbereitung zum Impfbetrieb.



ND Pilot-Projekt 1969-72

- * AgI Impfmaßnahme im Rahmen eines Forschungsprojektes im Landkreis McKenzie durchgeführt (3:1 zufällige Anordnung)
- * Datensammlung: 67 Regenmessgeräte in einem 2,750 mi² (7,122 km²) großen Gebiet, Radarbeobachtungen
- * Ergebnisse Regenfall– Dennis et al., 1975
 - * Steigerung der Regenniederschläge mit Faktor 2,1 bei ausgewählten Regenmessgeräten (p-Wert 0,04)
 - * Steigerung durchschnittlicher Regelfall pro Regenereignis mit einem Faktor von 1,7 (p-Wert 0,02)
 - * Steigerung der gesamten Regenmenge für das Zielgebiet (Wert 0,07)
 - * Veranschlagte mögliche Steigerung des Regenfalls bis zu 1 Inch (2.5 cm) pro Wachstumssaison

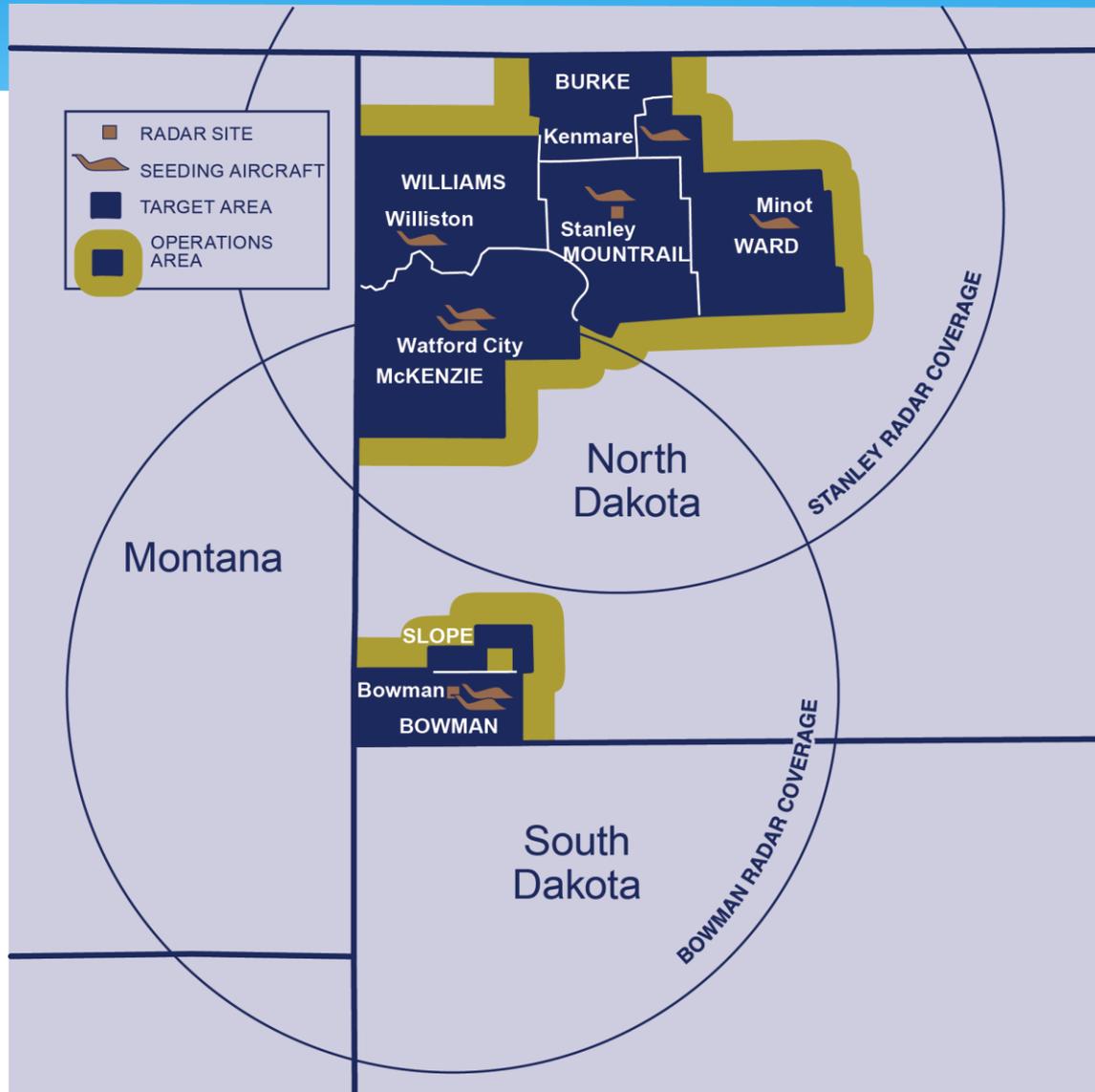


ND Pilot-Projekt 1969-72

- * Ergebnisse für die Hagelabwehr– Miller et al., 1975
- * Ergebnisse waren statistisch nicht signifikant, aber im positiven Bereich
 - * Verhältnis zwischen Regenfall und durchschnittlicher Hagelenergie, war größer an Tagen mit Impfvorgang als an Tagen ohne Impfvorgang.
 - * Die Verluste der Hagelversicherung waren an Tagen mit Impfvorgang niedriger als an Tagen ohne Impfvorgang.
 - * Fallbeispiele von 34 Gewitter zeigen, dass es meistens keine Hagelschäden gab, wenn die Aufwindzone vor den Gewittern an der Wolkenbasis ununterbrochen geimpft wurde.



NDCMP Projekt Bereiche



Praktikums Programm

- * Formale Pilotenausbildung für die Wetterbeeinflussung in USA.
 - * Absichtserklärung (MOU) mit UND J.D. Odegard School of Aerospace Sciences
 - * 4 anrechenbare Kurse in die Wissenschaft der Wetter Beeinflussung und Betrieb
 - * Flugerfahrung, Berechtigung für mehr motorige Flugzeuge erforderlich
 - * 9 Praktikanten beginnen als Co-Piloten jeden Sommer.
- * Seit 1975 wurden 343 Praktikanten Co-Piloten ausgebildet
- * Meteorologen Praktikanten Programm wurde 1996 ins Leben gerufen – bis heute 44 Teilnehmer



Programm Bewertung

- * Hagelreduzierung
 - * 45% Reduzierung von Hagelschäden, Smith et al., 1997
 - * Überwachung und Analyse von Hagelversicherungsdaten
 - * Historische T/C Verbindung vor der Hagelbekämpfung zeigt fast die gleiche Schadensquote.
 - * Analyse der ersten 13 Programmjahren des NDCMP (1976-88) zeigt eine 45% geringere Schadensquote für die Impfgebiete gegenüber historischen Zusammenhang
- * Unabhängige Analyse durch NoDak Mutual Versicherung
 - * 7 Jahres interne Studie zeigt \$77 in bezahlten Schadensforderungen pro \$100 Versicherungswert über das Bundesland; Im Schutzgebiet sind die Zahlen \$44 an bezahlten Schadenforderungen pro \$100 Versicherungswert: 43% geringer



Programm Bewertung

- * Regengewinnung
 - * 5-10% Steigerungen
 - * Mehrere Studien in den letzten 40 Jahren
 - * Neuste Studie zeigt eine Steigerung um 4,2-9,2% im Impfgebiet und dem Gebiet welches unmittelbar daran grenzt – Wise in 2005
- * Ernteertrag
 - * 5.9% mehr Ertrag im Weizenanbau - Smith et al., 1992



Wirtschaftliche Studie -2009

- * Durchgeführt durch Bangsund und Leistriz (NDSU), 2009
 - * Verwendung von durchschnittlichem Ernteertrag, Preise und durchschnittlichen Hagelschäden pro Landkreis, 1998-2007
 - * Berechnete Wirtschaftlichkeit für Regenverbesserung 5 & 10%
 - * Berücksichtigt die Preisschwankungen für relevanten Ernte in einer Landesweiten Analyse.
 - * Aktuelle Liste top 8 Ernten (pro Anbaufläche)
- * Studie in zwei Teilen durchgeführt:
 - * NDCMP Bewertung Zielgebiet
 - * Hypothetisch bundeslandweite Bewertung



Grenzbereiche der Studie

- * Bewertung inkludiert die acht wichtigsten Pflanzenarten plus alfalfa. Diese repräsentieren 86% der bundeslandweiten Anbauflächen.
 - * Ernten mit hohem Wert wie zum Beispiel Kartoffeln und Zucker sind nicht berücksichtigt.
- * Keine Abschätzung von möglichen geringeren Gebäudeschäden durch die Hagelabwehr sind berücksichtigt worden.
 - * Wir haben es nicht geschafft passende Datensätze für eine Bewertung von Gebäudeschäden zu finden.
- * Der Wert der gestiegenen Futtermittel von den Weiden für die Rinderproduktion ist nicht berücksichtigt.



Ergebnis (\$Millionen)

Bei 5% mehr Regen	Angeplan zte Äcker	Wert für Hagelver meidung	Wert für Regenver besserung	Kombinier ter direkter Einfluss	Gesamtes Volumen
Totals	2,3	\$3,7	\$8,4	\$12,0	\$37,1
Bei 10% mehr Regen	Angeplan zte Äcker	Wert für Hagelver meidung	Wert für Regenver besserung	Kombinier ter direkter Einfluss	Gesamtes Volumen
Totals	2.3	\$3,7	\$16,0	\$19,7	\$60,5



NDCMP Ergebnis/Kosten Verhältnis

- * 2009 NDCMP Kosten: \$731.000
- * Ergebnis/Kosten Verhältnis für die landwirtschaftliche Produktion
 - * 5% Szenario: **16.4:1**
 - * 10% Szenario: **26.9:1**
- * Ergebnis/Kosten Verhältnis für das Gesamtergebnis
 - * 5% Szenario: **50.7:1**
 - * 10% Szenario: **82.8:1**



Ergebnis Zusammenfassung

- * Wirtschaftlichkeit des NDCMP stark im positiven Bereich
 - * Direktes jährliches Ergebnis \$12M - \$19,7M
 - * Gesamtergebnis jährlich \$37,1M - \$60,5M
- * Bundeslandweiten Ergebnisse sind auch beeindruckend
 - * Direktes jährliches Ergebnis \$95,4M - \$134,5M
 - * Gesamtergebnis jährlich \$293,7M - \$414,2M
- * Schätzungen sind konservativ
 - * Der Fokus liegt bei der landwirtschaftlichen Produktion. Es wurde keine Bewertung für geringere Gebäudeschäden durchgeführt.
 - * Preiseffekte sind berücksichtigt
- * Sogar ein kleine Erhöhung des Niederschlags kann eine großen Einfluss auf das Ergebnis haben

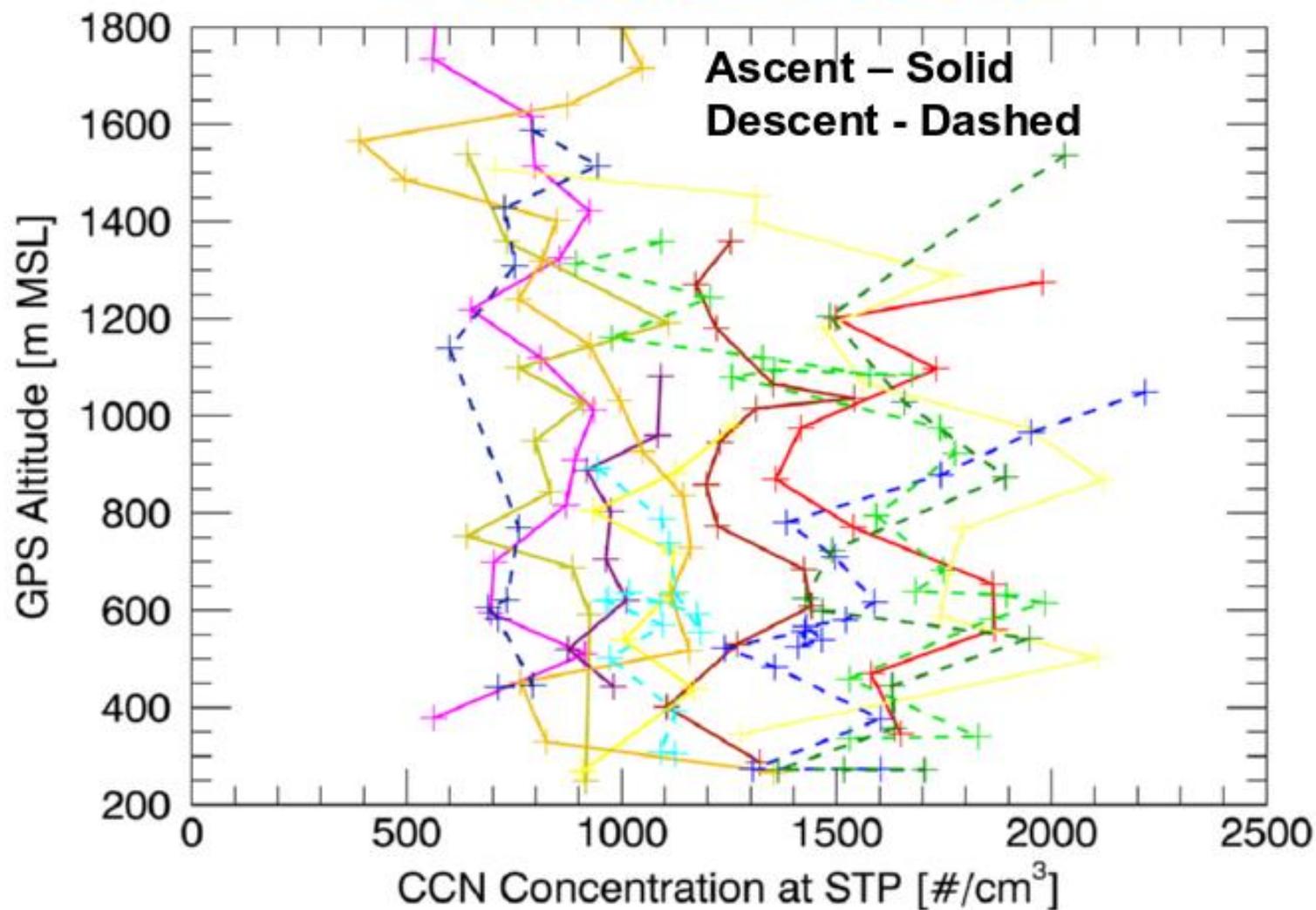


Forschungen zum Hygroskopischen Impfen

- * Polarimetric Wolkenanalyse und Testimpfung (POLCAST)
 - * Hygroskopisches Impfen nach dem Zufallsprinzip
Forschungs-Experiment
 - * Projekte in 2008, 2010 und 2012
- * Ziel: Eine Machbarkeitsbewertung von hygroskopischen Impfen an der Wolkenbasis in N.D.
 - * Impfen mit Flugzeugen und Fackeln an der Wolkenbasis
 - * Partikel in der Luft und CCN Messungen
 - * Dual-Pol Radar Messungen
 - * Partikel an der Erdoberfläche und CCN Messungen

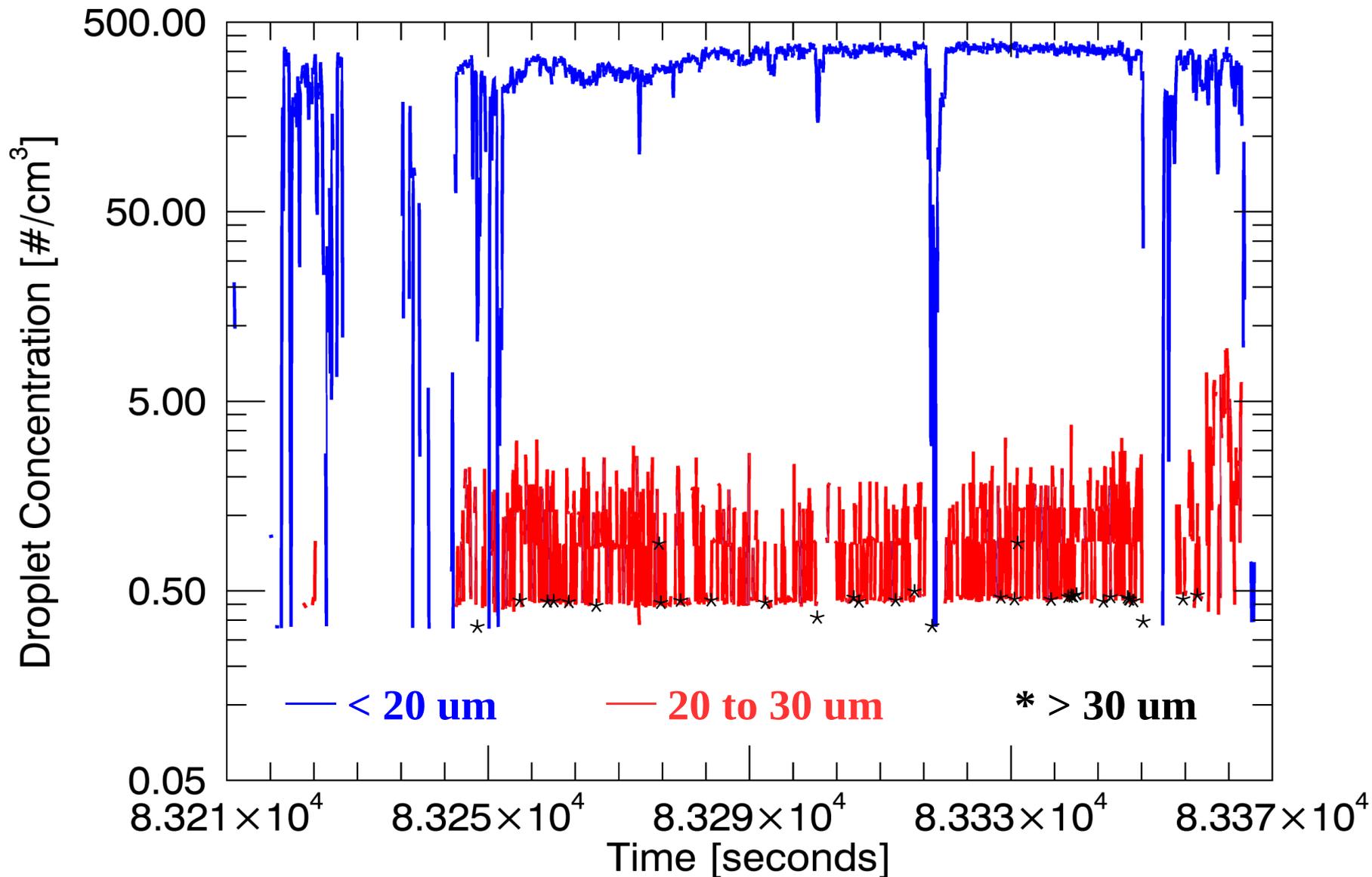


POLCAST-2012



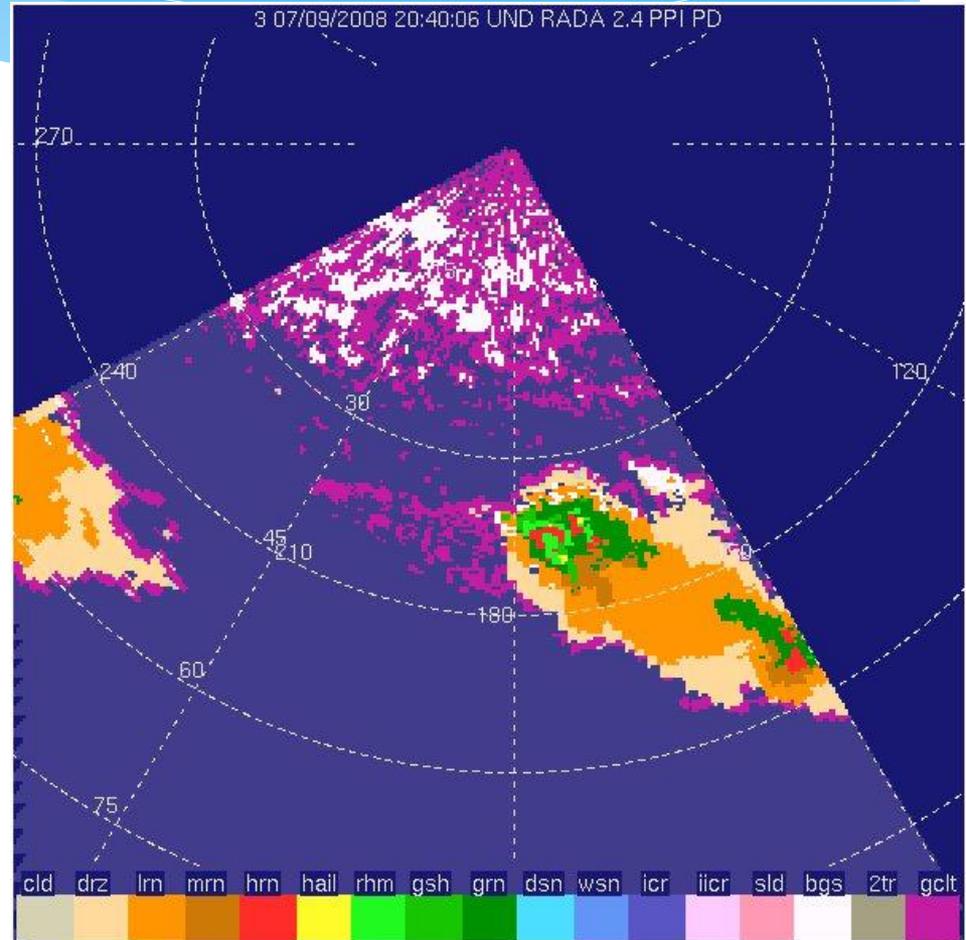
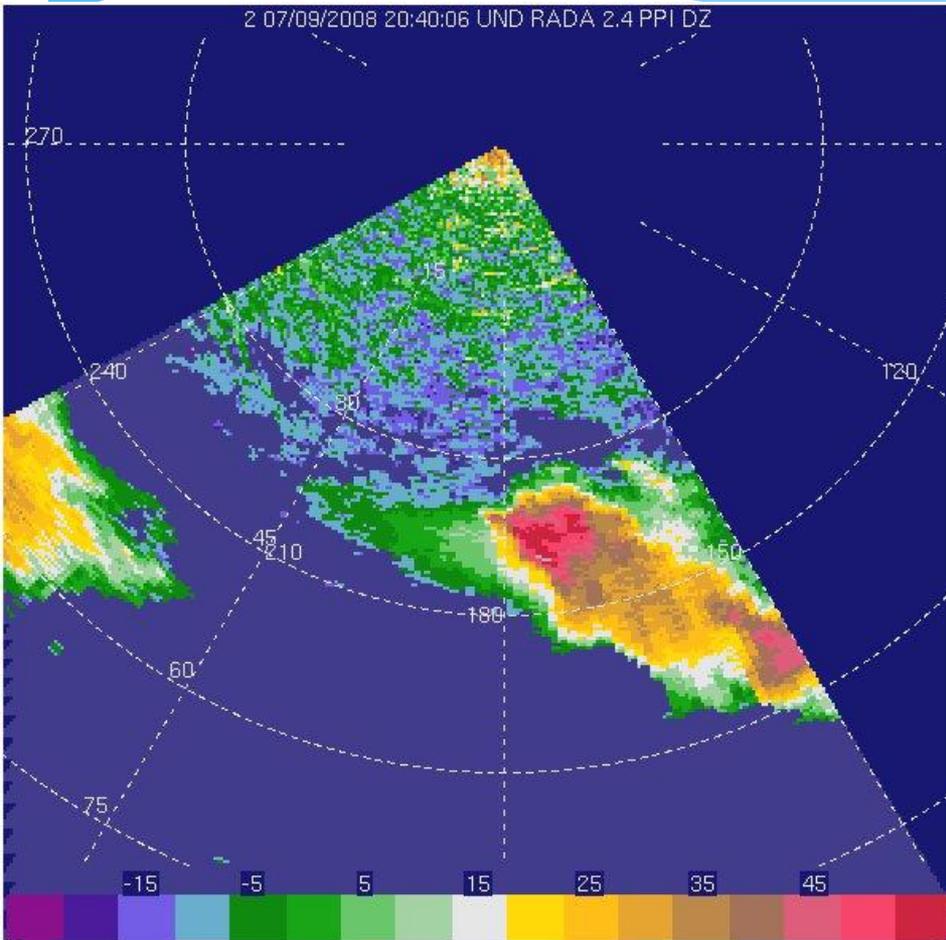
For individual profiles see, Bart, N. and D. J. Delene, North Dakota Aircraft and Surface CCN Measurements during the Summers of 2010 and 2012, Poster presented at the 93rd Annual Conference of the American Meteorological Society, January 6, 2013 in Austin, Texas.

7 July 2008 (23:06:50-23:09:30)

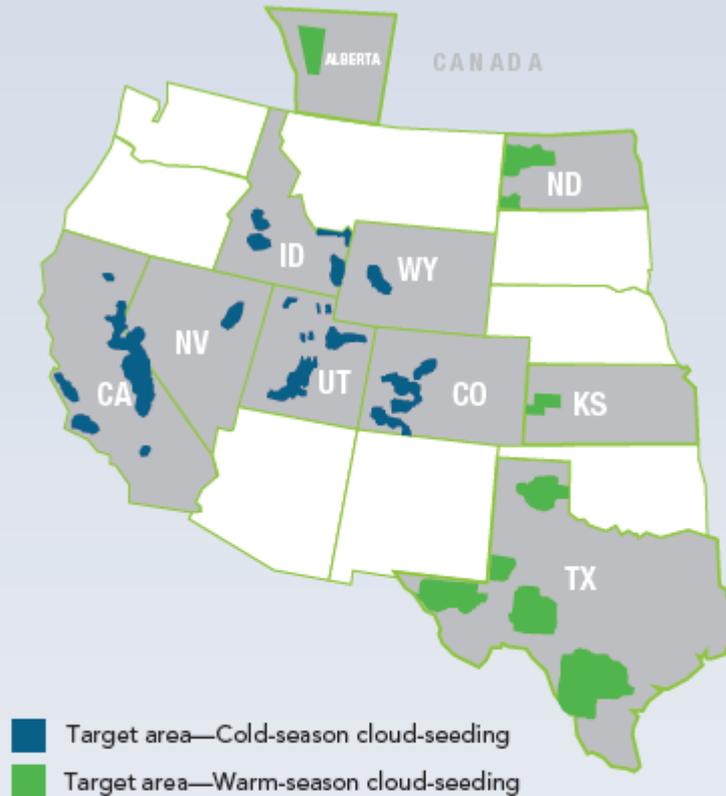


Forward Scattering Spectrometer Probe measurements during POLCAST2.

UND NorthPol Radar



U.S./Canadian Programs



ASCE/EWRI Standards

- * American Society of Civil Engineers (ASCE) Environmental Water Resource Institute (EWRI) hat 3 Standardverfahren dokumentiert (www.ascelibrary.org/standards)
 - * Design und Betrieb eines Projektes zur Hagelabwehr (39-15)
 - * Geplante Verfügbarkeit als Buch ab Mai 2015
 - * Design und Betrieb eines Projektes zur Niederschlagsverbesserung (42-04)
 - * 42-04 im Moment in der Prüfung zur Abnahme
 - * Design und Betrieb eines Projektes zur Ausbreitung von stark unterkühltem Nebel. (44-13)
- * Handbuch praktischen Durchführung #81, Richtlinien für das Impfen der Wolken um den Niederschlag zu Vergrößerern (3te Ausgabe bei der Abnahme)



Schlussfolgerungen

- * North Dakota hat eine lange Historie bei der Wetterbeeinflussung
- * Impfprogramme werden als zusätzliche Risikovorsorge betrachtet
- * Verbesserte Technologien und Erfahrungen verbessern kontinuierlich die Impfeffizienz
- * Wolkenimpfen wird effektiv gesehen um das Risiko zu reduzieren und die Wasser Ressourcen zu verbessern.



Thank you!

