

Bericht über die Hagelabwehr 2015 im Raum mittlerer Neckar

Zeitraum: 25. April bis 15. Oktober.

Erstellt von Dr. Hermann Gysi, Südwest-Wetter Karlsruhe.

Der Bericht ist auch als Download unter

<http://www.radar-info.de/Downloads/Hagelbericht2015.pdf>

Verlauf der Saison 2015

Nach dem relativ kühlen und feuchten 2014 war das Jahr 2015 insgesamt sehr warm und viel zu trocken. Es gab aber 2015 einige schwere Unwetter außerhalb der beiden Schutzgebiete Heilbronn und Stuttgart / Rems-Murr-Kreis. Erwähnenswert ist hier der 13. Mai, denn an diesem Tag kam es zu schweren Unwettern im südlichen Baden-Württemberg, unter anderem zu einem Hagelgewitter bei Freiburg mit golfballgroßen Hagelkörnern. Am Abend gab es dann auch in den beiden Schutzgebieten Meldungen über leichten Hagel am Boden mit Korngrößen zwischen 0.5 und 1.0 cm. Beide Flugzeuge haben bis in die Nacht hinein Einsätze geflogen und dabei vermutlich Schlimmeres verhindert, jedenfalls wenn man den Hagelschlag von Freiburg als Vergleich heranzieht.

Im Juni ist der 6. besonders hervorzuheben, weil an diesem schwülwarmen Tag gleich zwei Einsätze stattfanden. Zuerst wurde ein Hagelgewitter geimpft, das sich in Richtung Sindelfingen bewegt hatte. An dieser Aktion war auch der WGV-Flieger beteiligt. Die sehr kräftige Gewitterzelle hatte anfangs außerhalb des Schutzgebiets etwas Hagel produziert, sich dann aber durch den intensiven Input von Silberjodid durch drei Flugzeuge sehr schnell abgeschwächt. Im weiteren Verlauf hatte sich die Gewitterzelle wieder verstärkt, dabei aber deutlich kleinere Hagelkörner erzeugt als zuvor. Diese konnten dann schmelzen, bevor sie den Boden erreicht hatten. Dieses Gewitter wird im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung separat in einem Paper beschrieben.

Zu Beginn der Impfung um 12:00 Uhr UTC (14:00 Uhr Lokalzeit) hatte das Gewitter in der Schicht 3500 m über Grund einen Kern aus großen Hagelkörnern mit einer Reflektivität von über 63 dBZ (300 mm/h). Zehn Minuten später befand sich die hohe Reflektivität in der darunter liegenden Schicht in 1500 m über Grund. Gleichzeitig gab es 1500 m über Grund einen Bereich mit runden Streuteilchen mit einer differentiellen Reflektivität (ZDR) von 0 dB und großer Reflektivität. Das lässt auf Hagelkörner schließen (Abb. 1). Die großen Hagelkörner waren also dabei, aus dem Gewitter auszufallen. Dies wurde auch bestätigt durch Hagelmeldungen am Boden.

Unterdessen hatte die Reflektivität in 3500 m über Grund markant abgenommen. Um 12:10 UTC lag sie noch bei 56 dBZ und um 12:20 UTC sogar nur noch bei 51 dBZ, was einer Niederschlagsintensität etwa 55 mm/h entspricht. Die differentielle Reflektivität der Streuteilchen zeigte aber immer noch Werte um 0 dB. Man konnte also weiterhin runde Teilchen (Hagelkörner oder Graupel) messen, aber insgesamt sehr viel kleinere. Das kann als Erfolg der Hagelabwehr interpretiert werden, zumindest erwartet man als Folge des eingebrachten Silberjodids deutlich kleinere Streuteilchen.

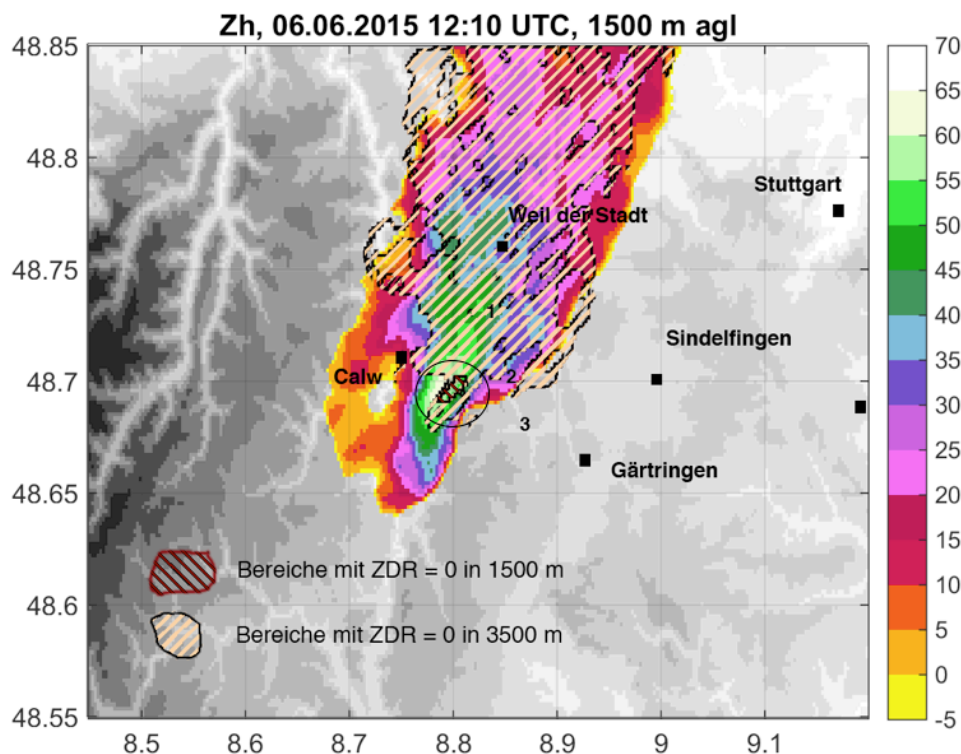


Abb. 1: Horizontaler Schnitt der Reflektivität durch das Gewitter in 1500 m über Grund um 12:10 UTC (14:10 MESZ), zehn Minuten nach Beginn der Impfung. Eingezeichnet ist der Bereich mit differentieller Reflektivität (ZDR) von 0 dB in 1500 (eingekreist) und 3500 m über Grund. Mit 1, 2 und 3 sind die Positionen der Flugzeuge angegeben. Die Skala rechts ist in dBZ.

Um 12:40 Uhr UTC, 40 Minuten nach Beginn der Impfung, nahm die Reflektivität in 3500 m über Grund wieder zu und lag jetzt bei etwa 61 dBZ, was einer Niederschlagsintensität von über 200 mm/h entspricht (Abb. 2). Die drei Hagelflugzeuge haben die ganze Zeit über unterhalb der Gewitterzelle nahe an der Wolkenbasis mit jeweils 2 Brennern Silberjodid Partikel freigesetzt. Um sich nicht gegenseitig zu Behindern, wurden unterschiedliche Bereiche des Aufwinds geimpft. Mit 1, 2 und 3 sind die Positionen der Flugzeuge in Abb. 1 und 2 eingezeichnet. Von Flugzeug 3 liegt allerdings nur eine Positionsangabe pro Stunde vor, so dass die Position in den Bildern nur ungefähr eingezeichnet werden konnte.

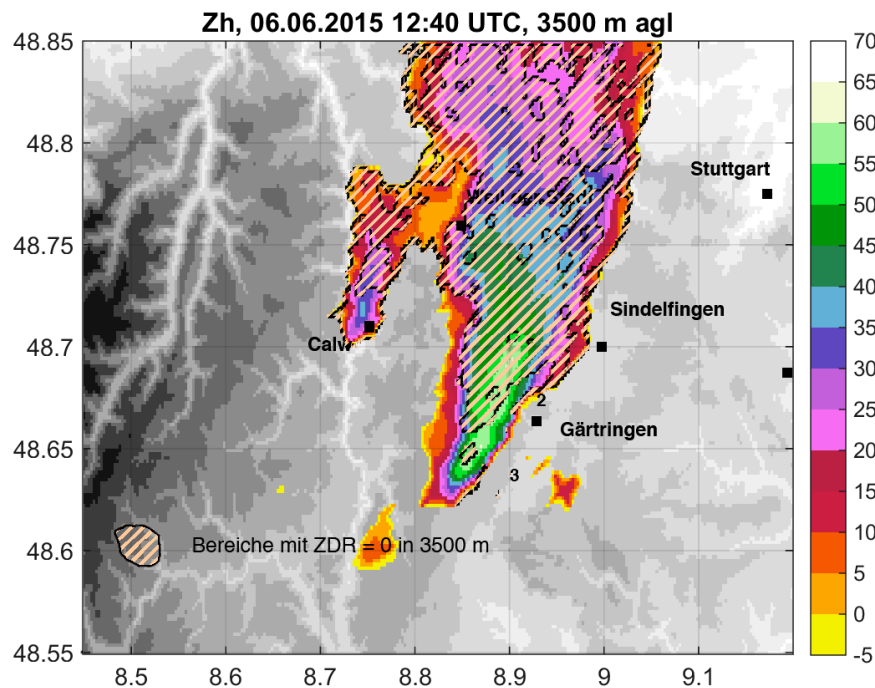


Abb. 2: Wie Abb. 1, aber in 3500 m und um 12:40 UTC (14.40 MESZ), 40 Minuten nach Beginn der Impfung.

Sieht man sich die differentielle Reflektivität ZDR in 3500 m über Grund um 12:40 Uhr UTC an, dann findet man überall runde Streuteilchen mit differentieller Reflektivität um 0 dB. Die maximale Reflektivität in dieser Ebene betrug 61 dBZ, ein Wert, der eigentlich auf große Hagelkörner schließen lässt. Näher am Boden - in der Schicht 1500 m über Grund - gab es aber nur Streuteilchen mit sehr großer differentieller Reflektivität, also große Wassertropfen. Das legt die Vermutung nahe, dass die Reflektivität von 61 dBZ in 3500 m, anders als zu Beginn der Hagelabwehr, nicht von wenigen großen, sondern von vielen kleinen Hagelkörnern herrührte. Von Hagelkörnern, die so klein waren, dass sie bereits in der Schicht 1500 m über Grund geschmolzen sind. Die Hagelabwehr hatte also das gewünschte Resultat gebracht. Viele kleine Hagelkörner anstatt wenige große. Auch um 12:50 UTC und noch später gab es in 1500 m keinerlei Hagel mehr, sondern nur noch Wassertropfen.

Im weiteren Verlauf des Tages kam es ab 16:30 Uhr UTC außerhalb des Schutzgebiets „Heilbronn“ etwas nördlich von Bretten zu einem weiteren Unwetter mit Hagel und Starkregen. Es war über einen Zeitraum von etwa 2 h relativ ortsfest, bevor es ab 18 UTC auf einer bogenförmigen Bahn in Richtung Nordosten abzog und sich schließlich auflöste. Das Reflektivitätsmaximum des Gewitters lag während der ganzen Zeit außerhalb des Schutzgebiets. In seiner stärksten Phase entwickelte das Gewitter Hagel mit einer Korngröße von über 4 cm Durchmesser.

Nachdem sich der Gewitterkomplex am westlichen Rand des Schutzgebiets „Heilbronn“ immer weiter verstärkt hatte, begann um 16.53 UTC das erste und kurz danach um 17.03 UTC auch das zweite Flugzeug mit der Impfung des Gewitters. Das Flugzeug der WGV war nach dem oben beschriebenen Einsatz bei Sindelfingen über der Schwäbischen Alb im Impfeinsatz und stand deshalb nicht zur Verfügung.

Abb. 3 zeigt die Situation um 17.10 UTC kurz nach Beginn des Einsatzes. Der Hagelkern des Gewitters (weiß) mit Werten um 63 dBZ liegt knapp außerhalb des Schutzgebiets. Das Schutzgebiet Stuttgart / Rems-Murr-Kreis mit der Erweiterung „Heilbronn“ ist als schwarze Linie eingezeichnet. Außerdem sind die Positionen der beiden Flugzeuge 1 und 2 eingezeichnet. Sie befinden sich innerhalb der Schutzgebiete etwa 12 km östlich des Hagelkerns.

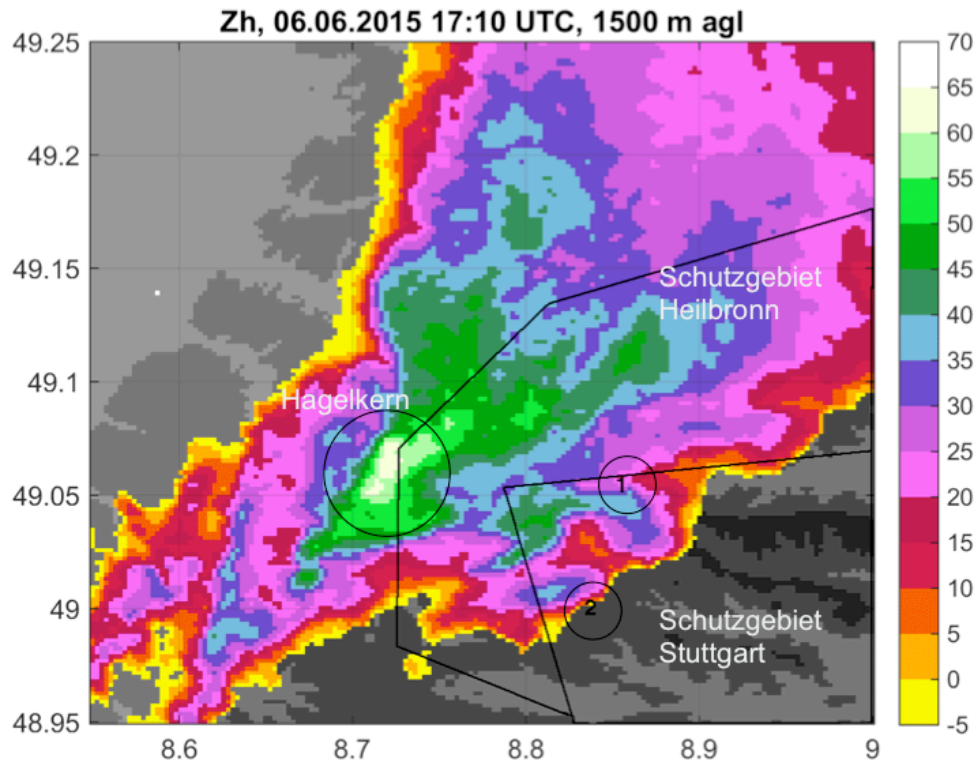


Abb. 3: Horizontaler Schnitt der Reflektivität durch das Gewitter in 1500 m über Grund um 17:10 UTC (19.10 MESZ) kurz nach Beginn der Impfung. Mit 1 und 2 sind die Positionen der Flugzeuge gemäß Protokoll angegeben. Die Skala rechts ist in dBZ.

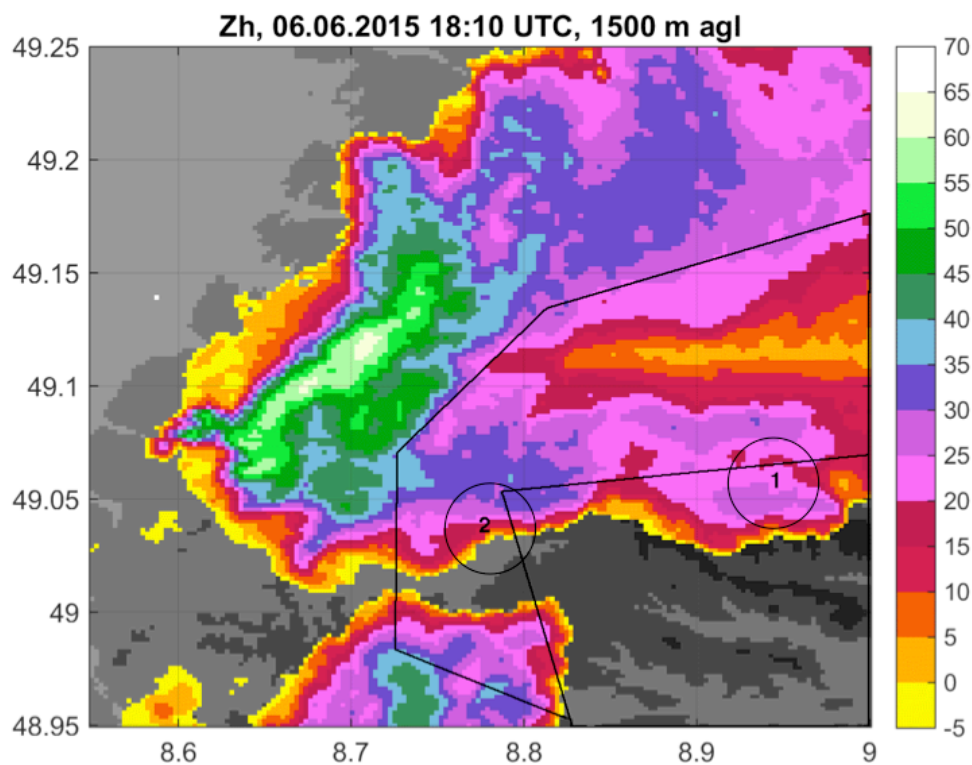


Abb. 4: Wie Abb. 3, aber um 18:10 UTC kurz bevor von Südwesten her eine neue Hagelzelle ins Schutzgebiet einwandert.

Bei diesem Einsatz ging es - anders als im Einsatz 5 Stunden zuvor - weniger darum, den bestehenden Hagelkern aufzulösen, sondern zu verhindern, dass neue Hagelzellen mit großen Hagelkörnern in das Schutzgebiet einwandern oder neu über dem Schutzgebiet entstehen. Das ist auch gelungen. Zumindest gibt es von diesem Gewitter keinerlei Hagelmeldungen im Schutzgebiet „Heilbronn“.

Die beiden Piloten konzentrierten sich, ihrem Auftrag entsprechend, auf das Schutzgebiet. Dadurch wurde in den folgenden 90 Minuten nicht die Hagelzelle selbst, sondern nur der Bereich östlich davon geimpft. Während der Hauptkomplex im weiteren Verlauf nach Nordosten weiterzog, war ab 18:00 UTC südwestlich des Schutzgebiets Heilbronn eine neue Gewitterzelle entstanden und ins Schutzgebiet eingewandert (Abb. 4). Sie erreichte kurzfristig eine Reflektivität von 52 dBZ, was auf leichten Hagel hinweist. Durch die intensive Impfung mit Silberjodid durch die beiden Hagelflugzeuge konnte sie sich aber nicht weiter entwickeln, sondern löste sich auf. Die neue Technik, die es möglich macht, direkt im Flugzeug auf Radarbilder und Warnmails des KIT-Radars zuzugreifen, hatte wesentlich dazu beigetragen, diese von Südwesten her ins Schutzgebiet eingewanderte Gewitterzelle rechtzeitig zu erkennen und abzuwehren.

Eine detaillierte wissenschaftliche Auswertung der differentiellen Reflektivität ZDR in 1500 und 3500 m über Grund liegt für diesen Gewitterfall noch nicht vor.

Im weiteren Verlauf des Monats Juni kam es nur noch einmal am 27. Juni, zu kräftigeren Gewitterentwicklungen mit einem Einsatz, der ebenfalls erfolgreich verlief.

Der Juli 2015 war insgesamt sehr trocken und warm mit vielen Hitzetagen und einigen Tagen mit kräftigen Gewittern. Erwähnenswert sind dabei der 7. und der 22. des Monats. Am 7. ist eine Superzelle von Frankreich her über die Vorderpfalz und den Odenwald nach Osten gezogen. Dabei sind in der Rheinebene zum Teil sehr hohe Reflektivitäten gemessen worden. Trotzdem wurde nur relativ feinkörniger Hagel am Boden gemeldet. Das war vermutlich dem Einsatz der Hagelabwehr Vorderpfalz zu verdanken, die diese Superzelle mit zwei Flugzeugen geimpft hatte. Deshalb wird auch dieses Gewitter im Rahmen der wissenschaftlichen Begleituntersuchung detailliert untersucht.

Im Schutzgebiet Stuttgart / Rems-Murr-Kreis kam die Gewitterfront erst nach 21 Uhr an. Dabei gab es zwischen 21:10 und 21:30 Uhr Lokalzeit auch einige Hagelmeldungen. Dass es hier zu Schadensmeldungen kam lag daran, dass aufgrund der herannahenden Nacht die beiden Hagelflugzeuge des Schutzgebiets nicht mehr starten konnten.

Am 22. des Monats kam es in Horb am Neckar, außerhalb des Schutzgebiets zu einem schweren Gewitter mit Überschwemmungen und Hagel mit 5 cm großen Körnern, die sich teilweise bis zu einem halben Meter hoch auftürmten. Im weiteren Verlauf zog die Gewitterzelle auch ins Schutzgebiet, wo sie von beiden Hagelflugzeugen geimpft wurde und keinen Schaden anrichtete.

Der August 2015 war ebenfalls sehr trocken und warm mit vielen Hitzetagen und Hitzerekorden. An drei Tagen kam es zu weiteren Einsätzen. Die Niederschlagsereignisse waren aber bei weitem nicht mehr so kräftig wie in den beiden Monaten davor. Im September wurde es noch ruhiger. Der Monat war insgesamt recht kühl und viel zu trocken. Zu Einsätzen kam es sowohl im September als auch im Oktober nicht mehr.

Anhang: Temperatur und maximale Niederschlagsintensität der verschickten Frühwarnmails

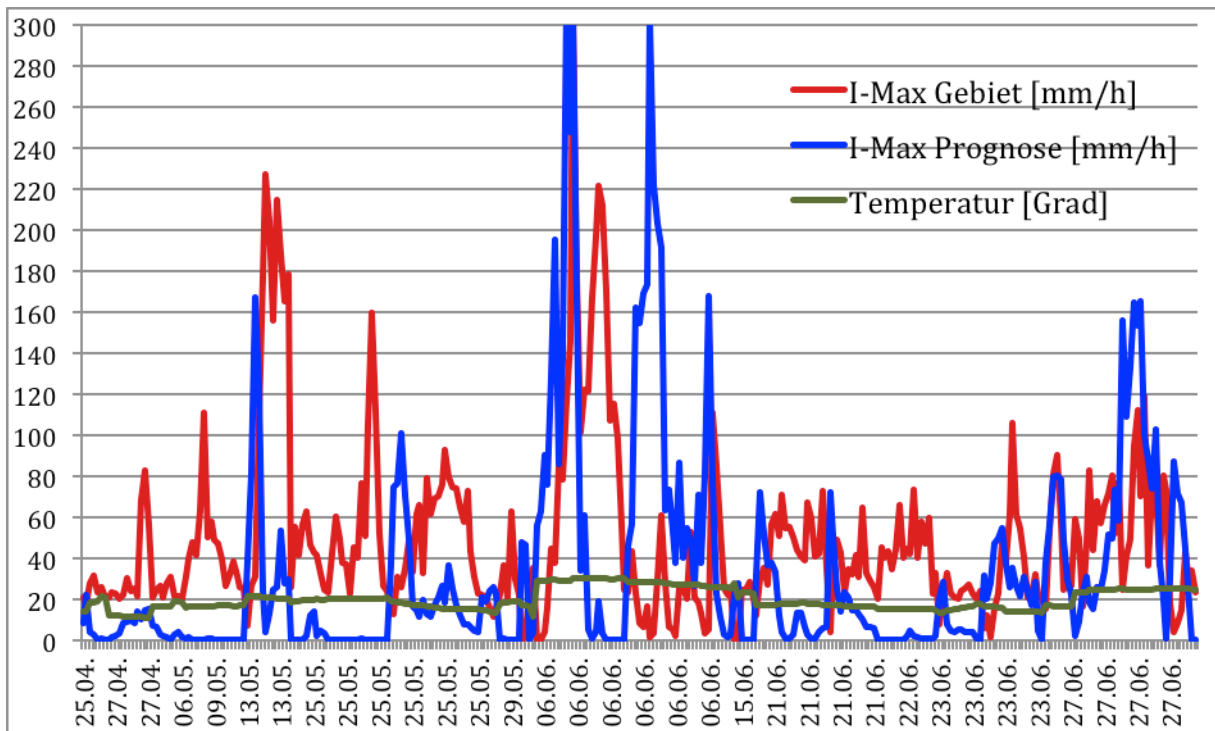


Abb. 5: Verlauf der Niederschlagsintensität im Schutzgebiet mittlerer Neckar (rot) und dem umliegenden Frühwarngürtel (blau) von April bis Juni 2015.

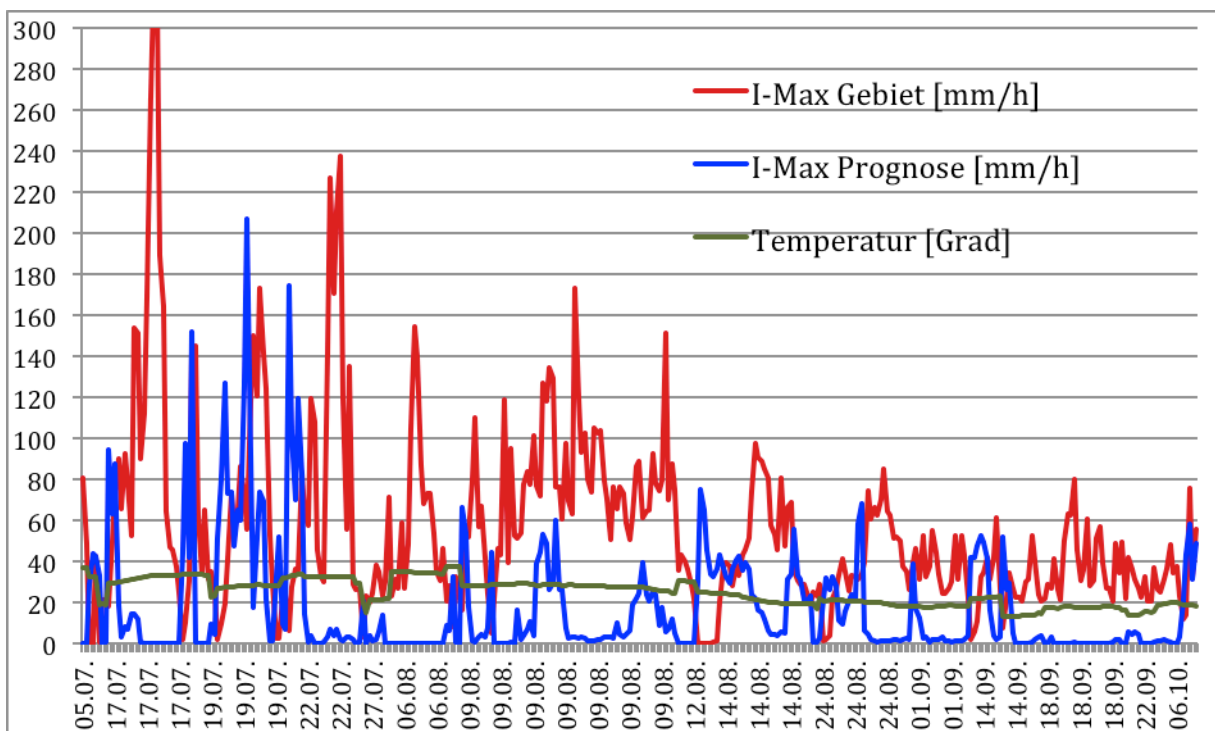


Abb. 6: Wie Abb. 5 aber von Juli bis Oktober 2015.

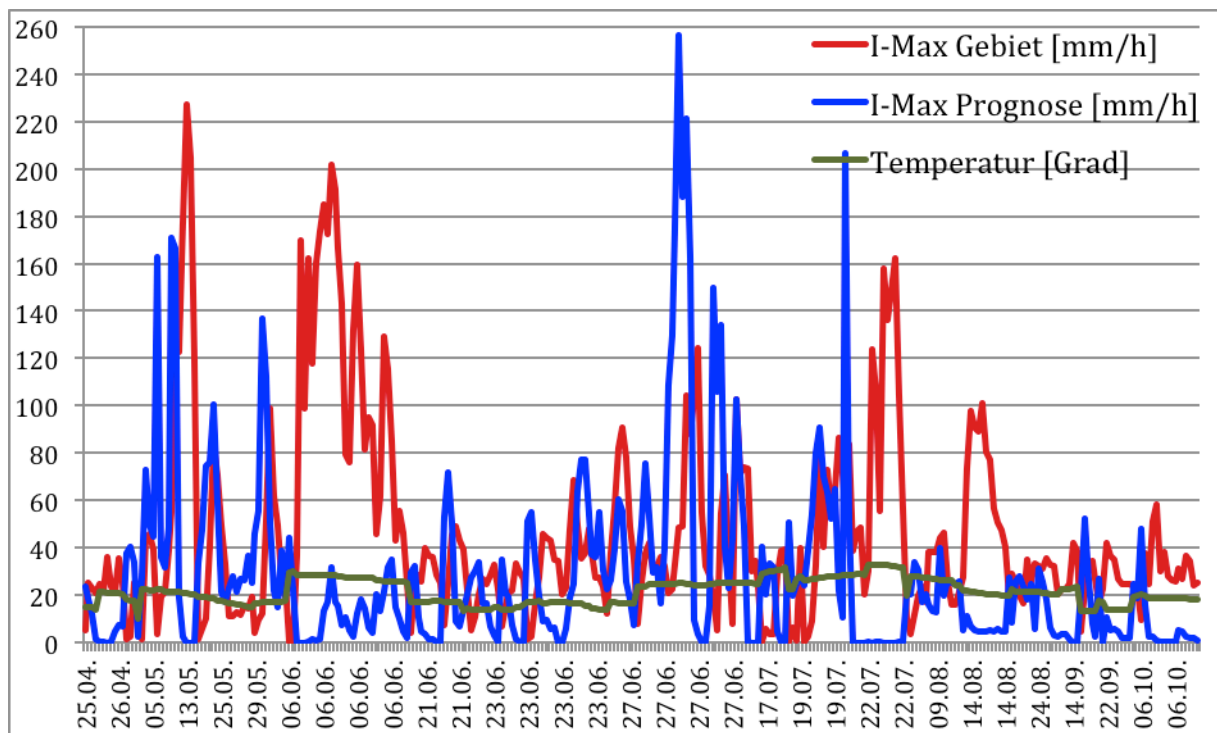


Abb. 7: Wie Abb. 5 aber von April bis Oktober 2015 für das Schutzgebiet Heilbronn.