



Einbindung von Fernerkundungsdaten zur Schneedecke in LARSIM

Werner Schulz

Dipl. Geogr.

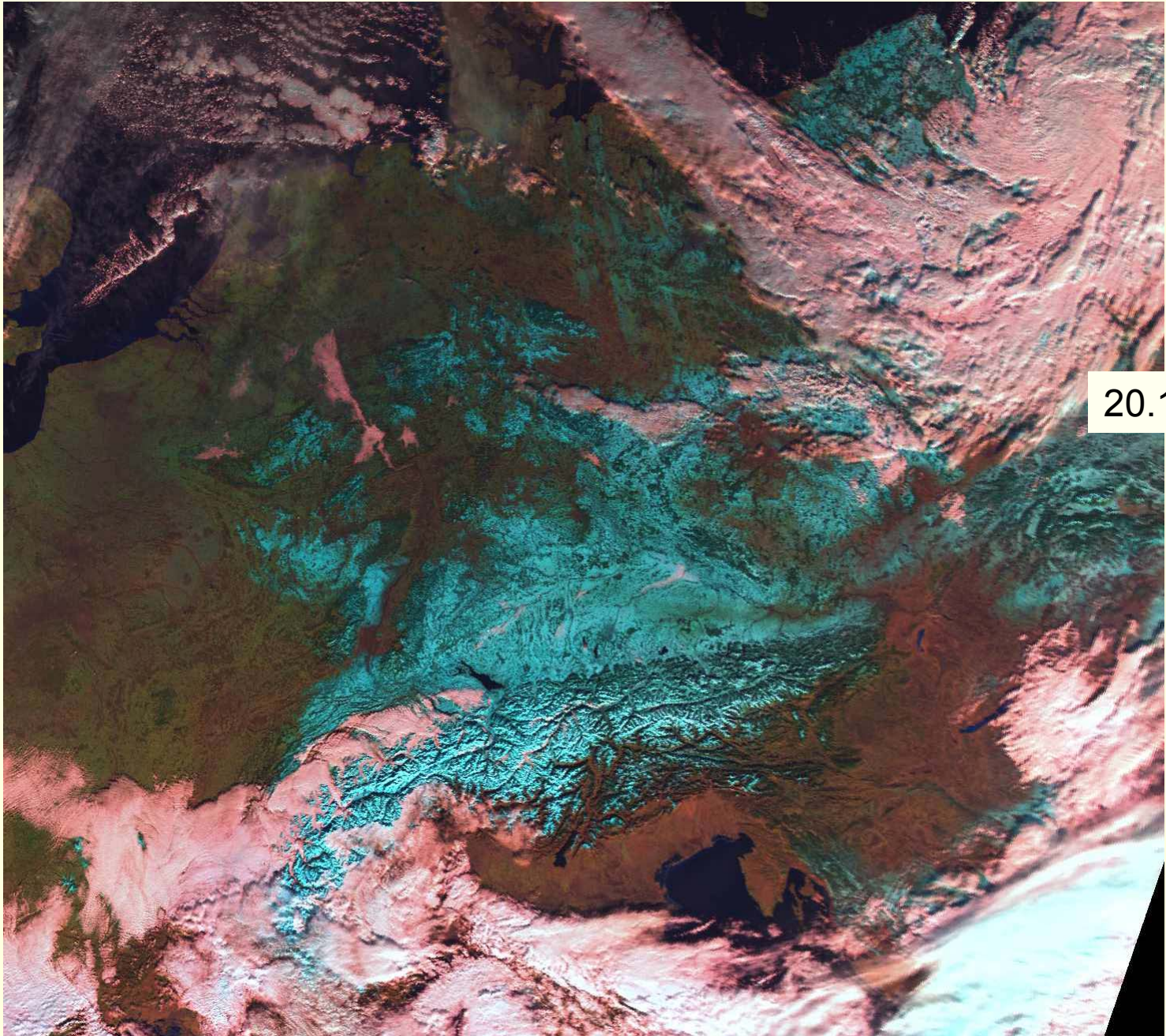
Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz
Baden Württemberg

A decorative graphic consisting of four vertical black bars of varying heights is located in the top left corner.

InFerno: Grundgedanke

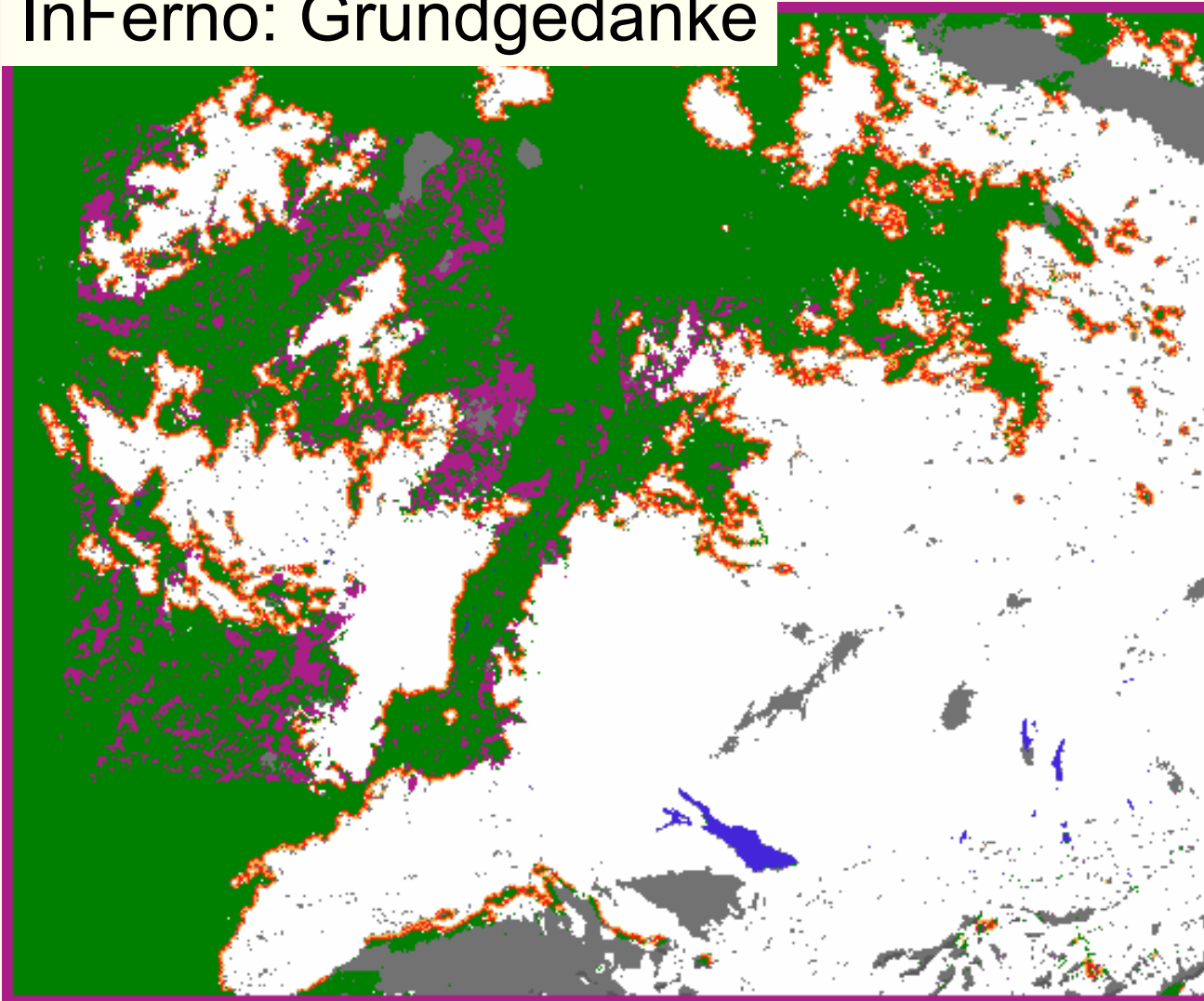
Nutzbarmachung der Informationen der Satellitenbilder
über die Schneedecke.

Das Projekt InFerno (**I**ntegration von **F**ernerkundungsdaten in
die **o**perationelle Hochwasservorhersage) wurde vom DLR unter
der Nummer 50EE0053 gefördert.



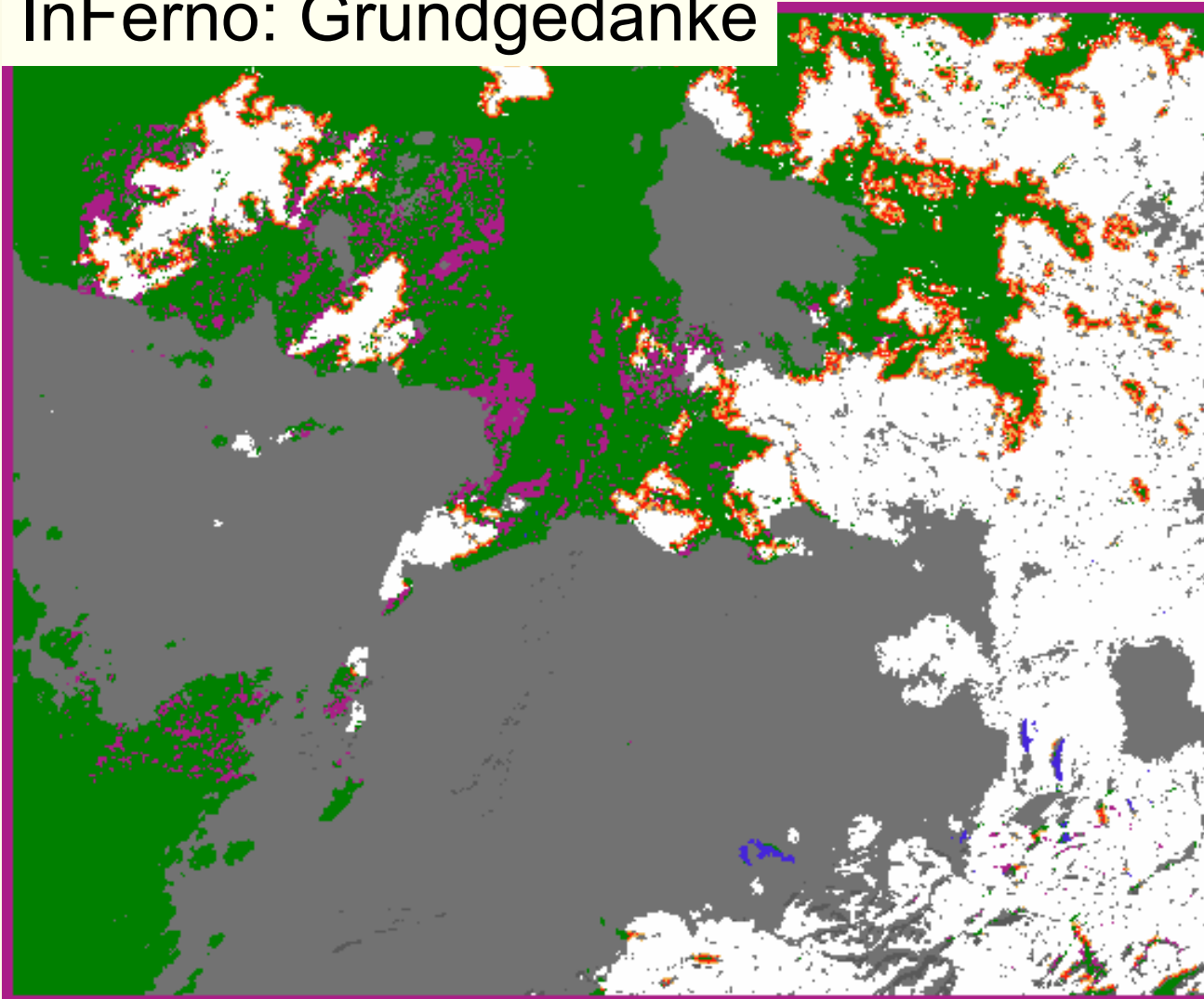
20.12.2004

InFerno: Grundgedanke



20.12.2004

InFerno: Grundgedanke



21.12.2004



InFerno: Grundgedanke

Nutzbarmachung der Informationen der Satellitenbilder
über die Schneedecke.

Die Verfügbarkeit der optischen Satelliten kann zeitweise
stark eingeschränkt sein.

Diese Lücke sollte durch Envisat-Daten (Radar)
geschlossen werden.

InFerno:Verfahren

Die zu einem bestimmten Zeitpunkt an einer Stelle vorhandene Schneedecke ist abhängig von der Akkumulation und der Ablation der Schneedecke

Die Akkumulation ist abhängig von der Höhe des Niederschlags und der gegebenen Grenztemperatur T_{gr} . Bei $T < T_{gr}$ fällt Niederschlag als Schnee.

Die T_{gr} kann in Natura größer oder kleiner als 0°C sein.

Die Grenztemperatur kann den Schneedeckenaufbau und damit das Wasserdargebot aus der Schneedecke während eines Hochwassers stark beeinflussen

InFerno: Verfahren

Für Flächen mit übereinstimmender Information (schneefrei bzw. schneebedeckt) zwischen Satellitenbild und Berechnung liefert das Satellitenbild keine neuen Informationen.

Satellitenbilder liefern keine Aussagen über die Höhe der Schneedecke oder deren Schnee-Wasser-Äquivalent.

Genutzt wird die Schneegrenze des Satellitenbildes. Diese entspricht einer mittleren Schneehöhe von ca. 5cm.

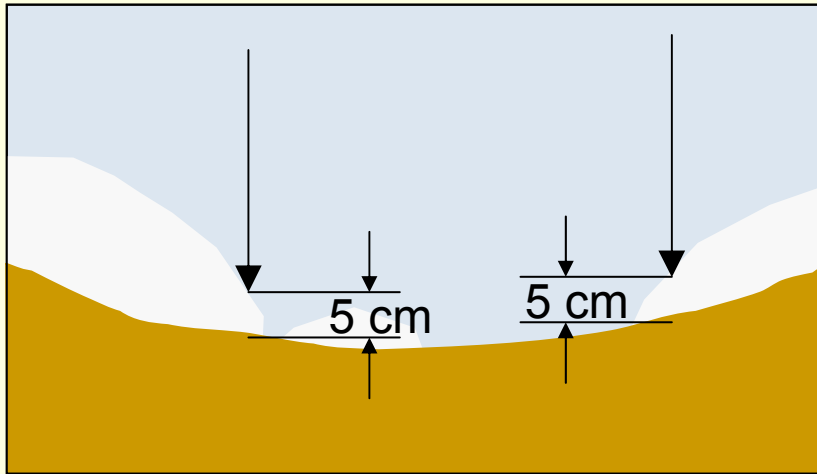
InFerno: Verfahren

Ermittlung der Tgr für jeden Pixel, für welche das SWE von 20 mm (entspricht 5 cm Schneehöhe) bestmöglich nachgebildet wird ($\Delta T_{gr} = 0,1^{\circ}\text{C}$)

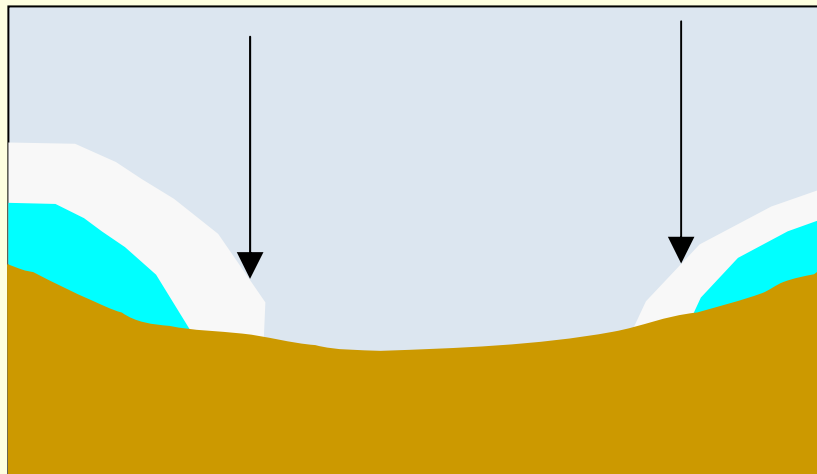
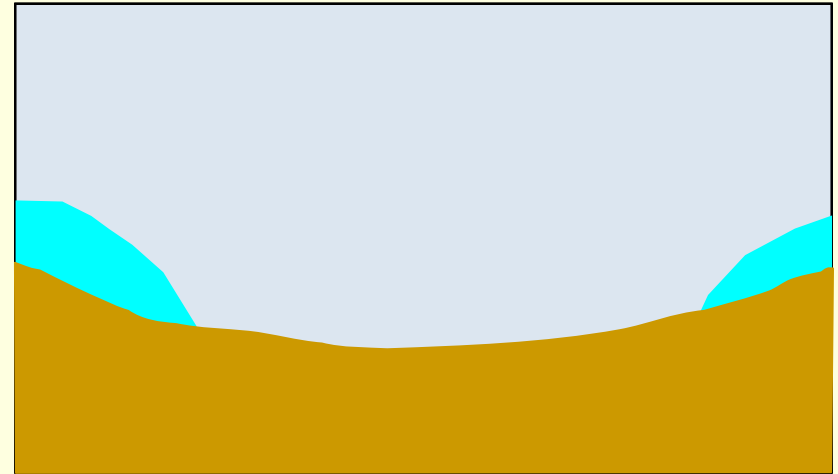
Interpolation dieser Tgr in die Fläche mit einer Reichweite von max. 60 km auf das Hintergrundfeld der kalibrierten Tgr.

Berechnung der Schneedecke auf Basis der auf dieser Weise nachgeführten Tgr.

Schneedecke real



Schneedecke simuliert



Nachführung der Schneedecke
auf 5 cm an der Schneegrenze

Schneedecke simuliert, nach Korrektur

Optimierung der Tgr über
den Zeitraum ab
Schneedeckenaufbau bis
Termin Satellitenbild

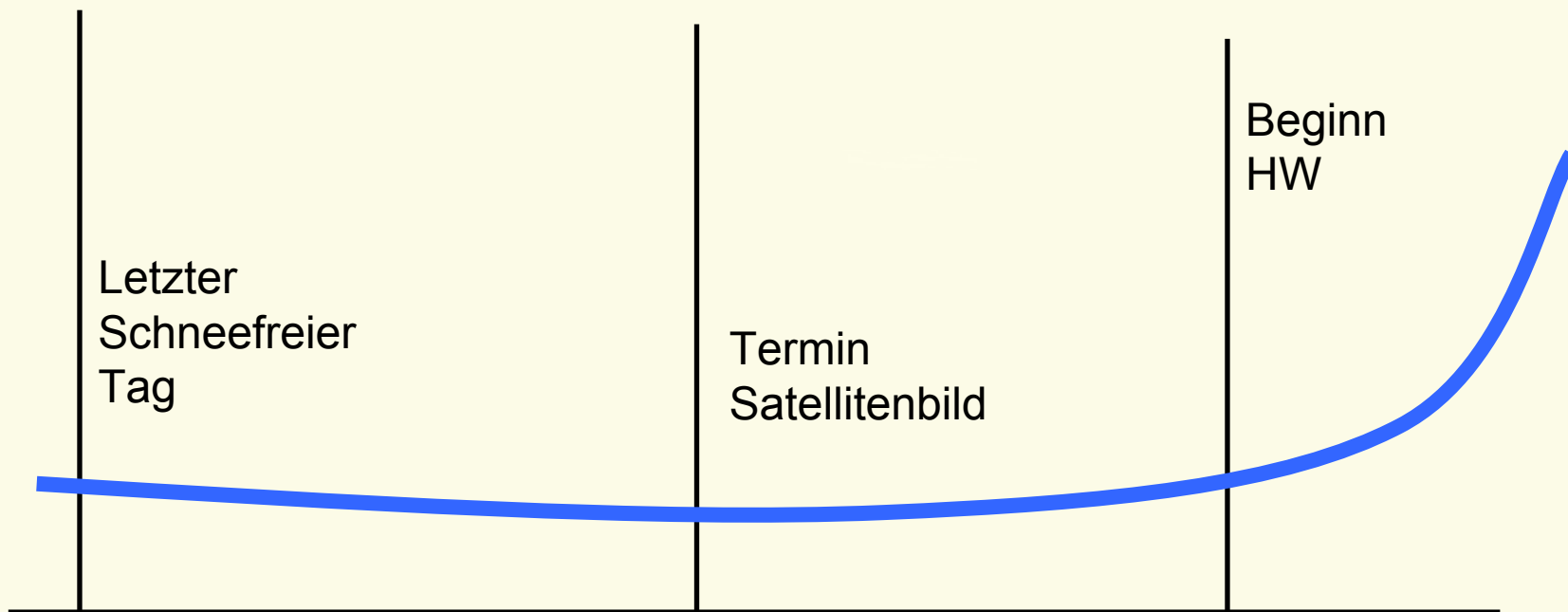
Berechnung mit den (herkömmlich)
kalibrierten Tgr ab Termin
Satellitenbild



Letzter
Schneefreier
Tag

Termin
Satellitenbild

Beginn
HW





Ergebnisse

HW-Datum

NOAA-Bild

10. – 19.02.05

01.02., 04.02.
07.02, 08.02, 09.02

15 – 22.03.05

14.03, 15.03.,
16.03., 17.03.

16. – 24.02.06

14.01, 23.01,
30.01.

09. – 15.03.06

kein Bild vorhanden

21. – 05.04.06

20.03.

07.02.2005

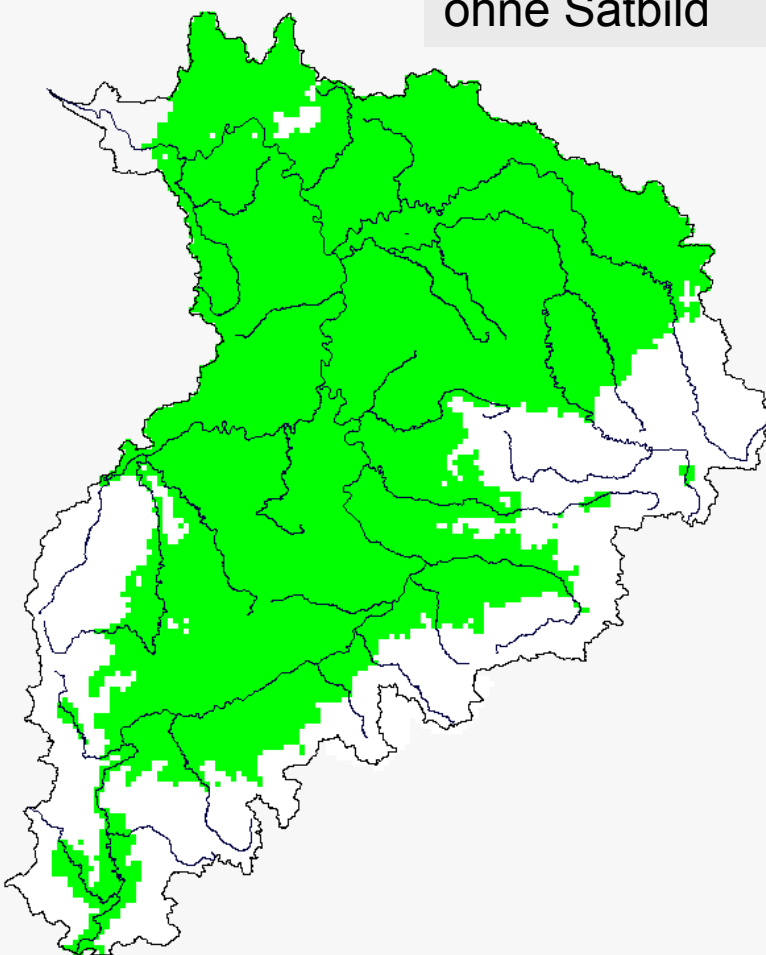
LU:BW

anstalt für Umwelt, Messungen und
Naturschutz Baden-Württemberg

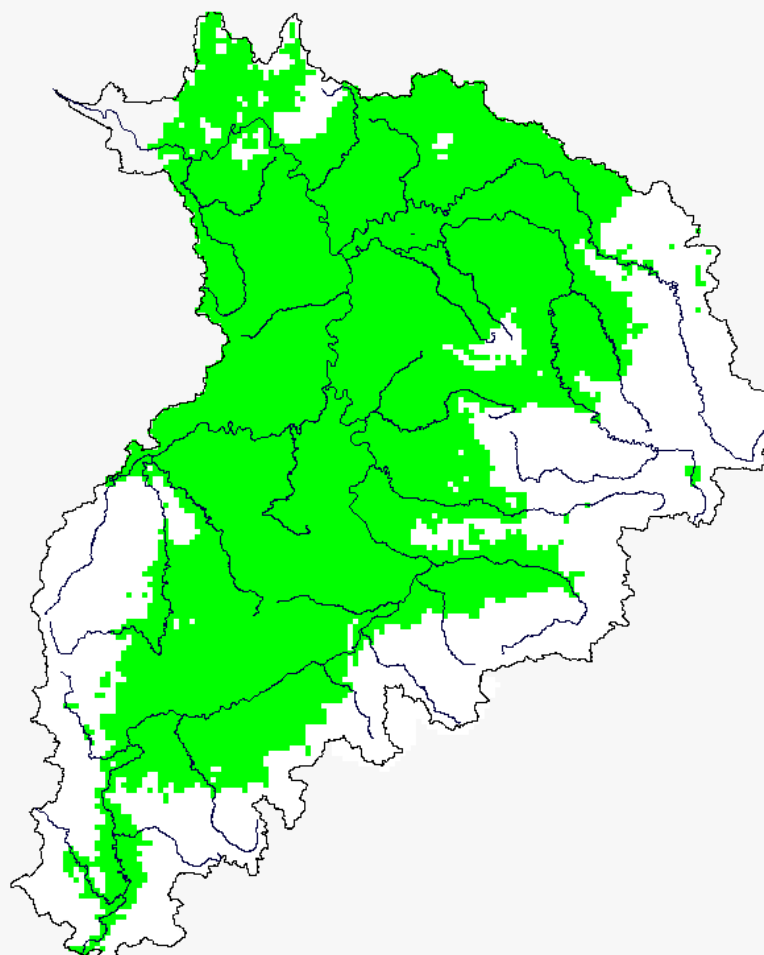
Beispiele

Die Schneegrenze ist
gelb /orange gekennzeichnet

ohne Satbild



L96 op
mit Satbilder
10
mit Satbild



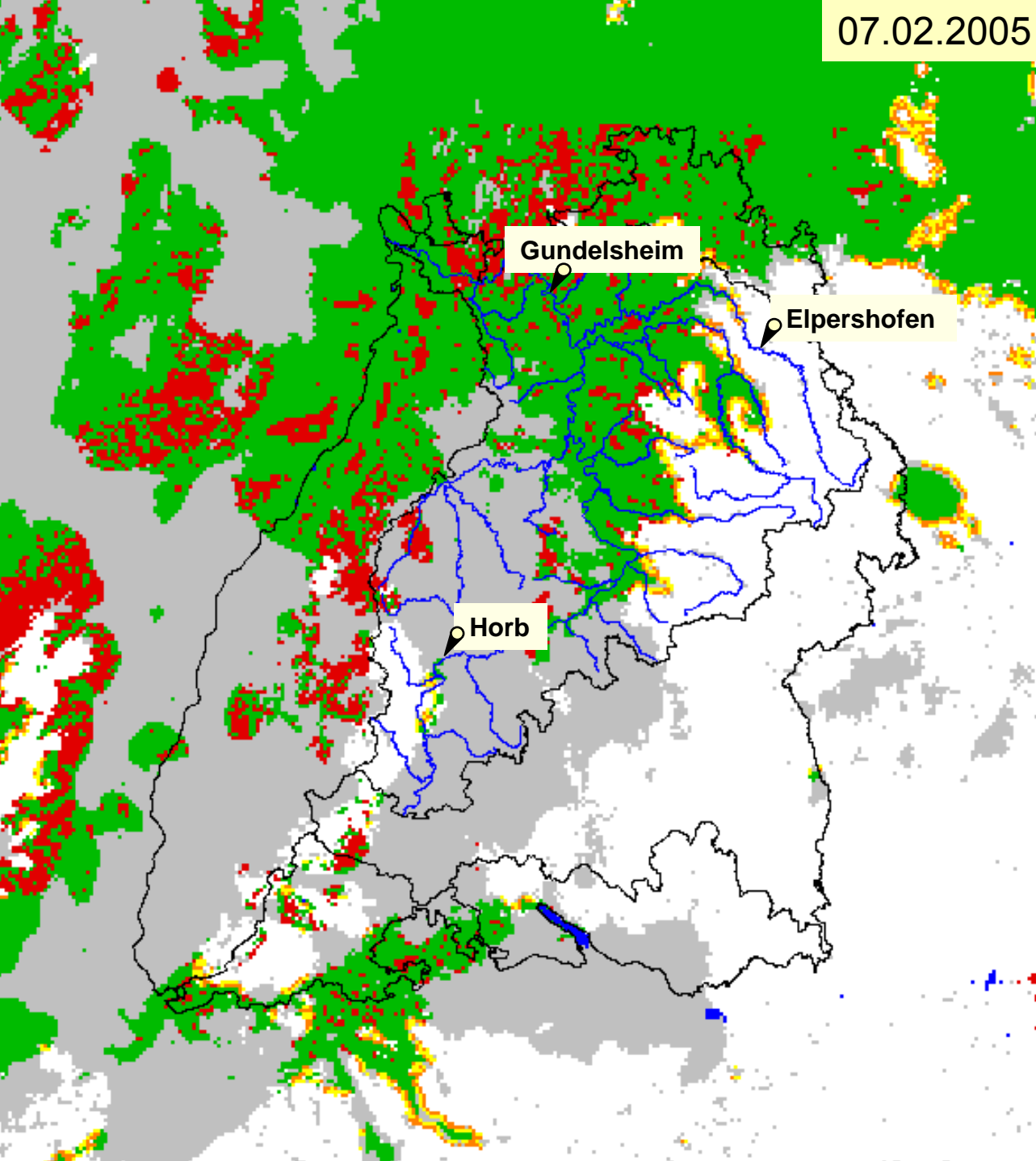
Schneehöhe für Vgl Satbild
[cm]

0,00 <=	<	5,00
5,00 <=	<	500,00
	=	Rest

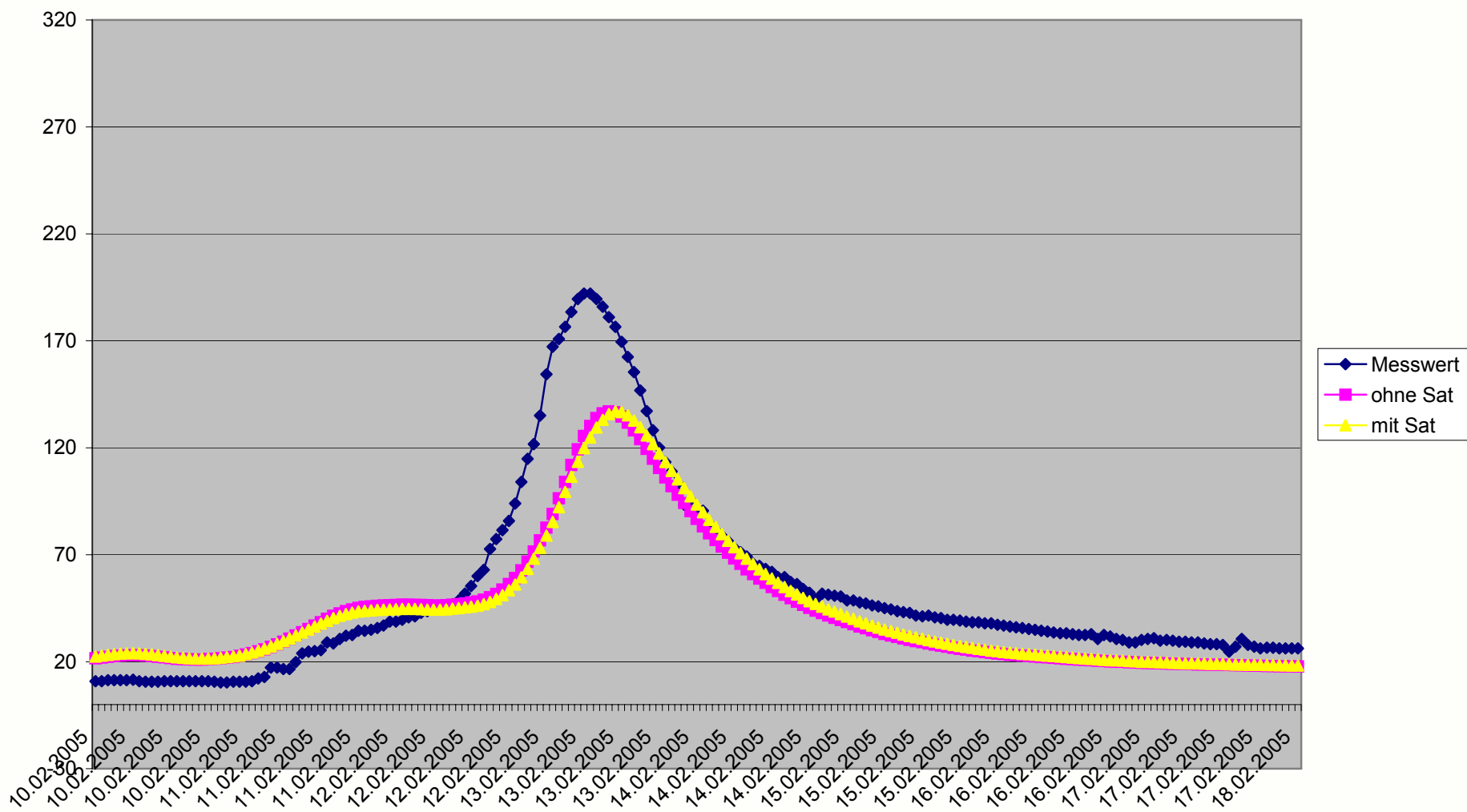
07.02.2005

LUBW

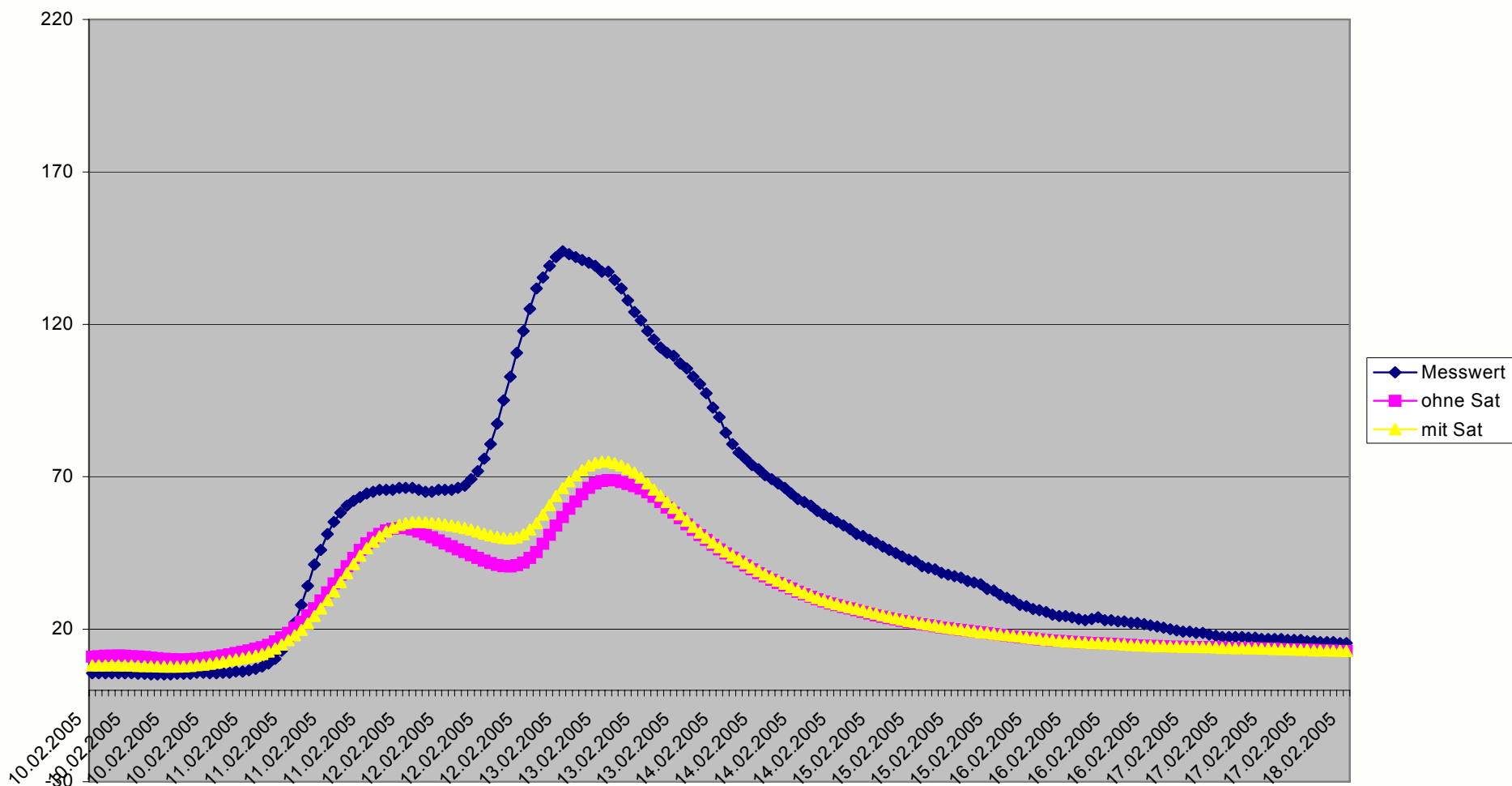
Umwelt, Messungen und
Schutz Baden-Württemberg



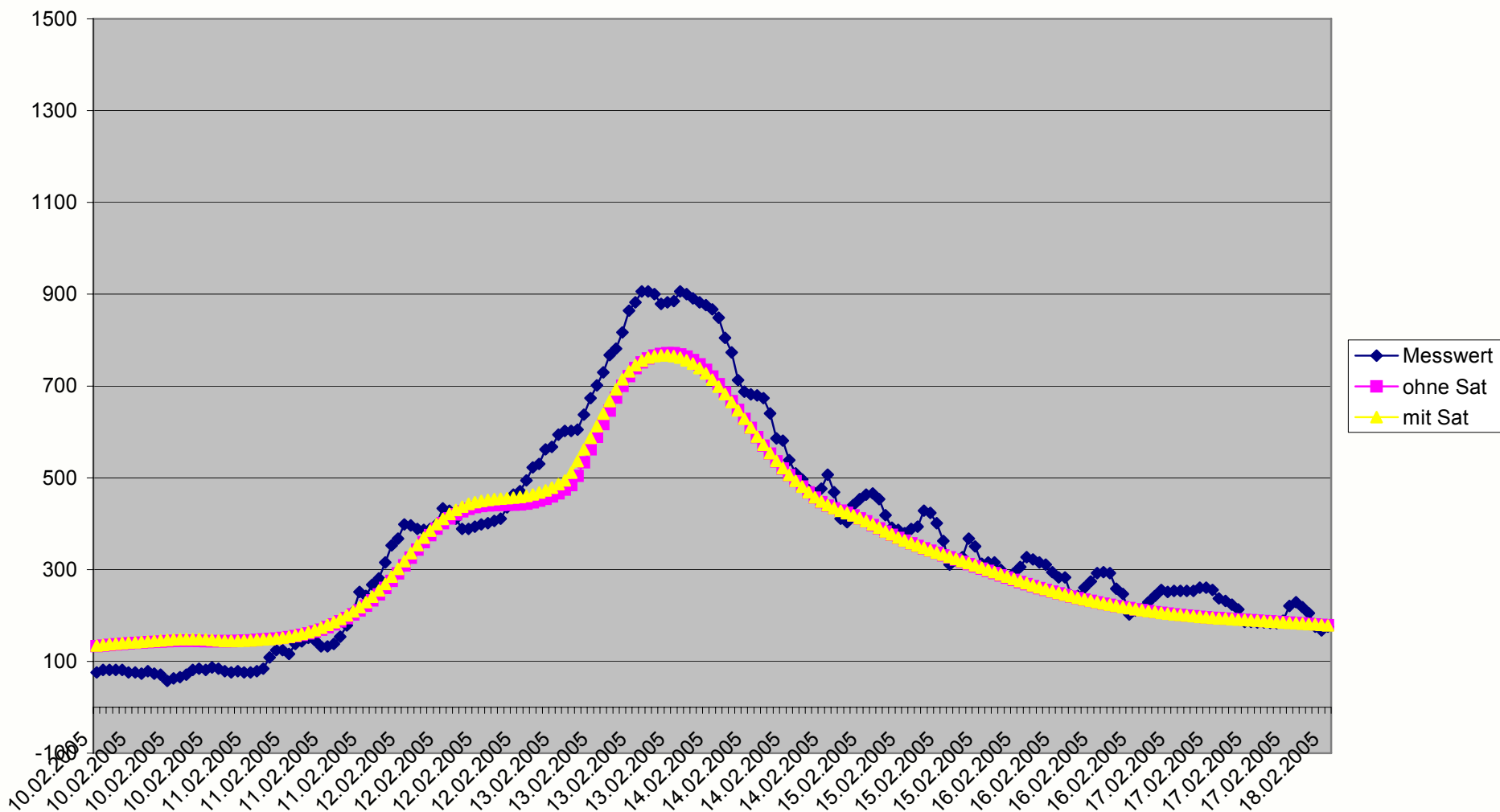
Feb. 2005 Horb



Feb 2005 Elpershofen



Feb 2005 Gundelsheim

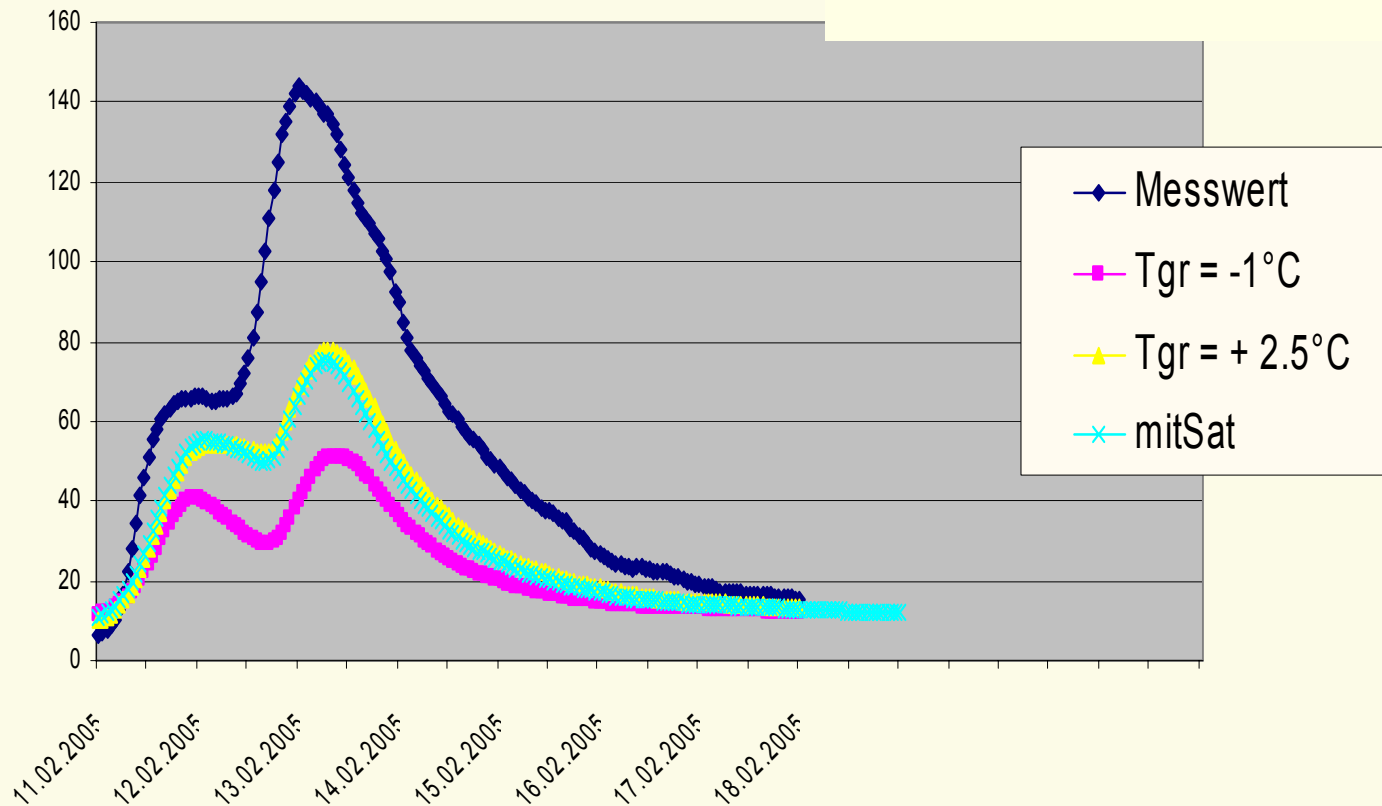


Beispiel Pegel Elpershofen am oberen Neckar:

Eine max. Grenztemperatur von $+2,5^{\circ}\text{C}$ führt nicht zu einer ausreichenden Erhöhung des Abflusses während der Schneeschmelze.

Über die Einbindung des Satellitenbildes wird diese max. mögliche Erhöhung fast ausgeschöpft.

Feb. 2005 Elpershofen Vgl -1, +2.5





März 2005

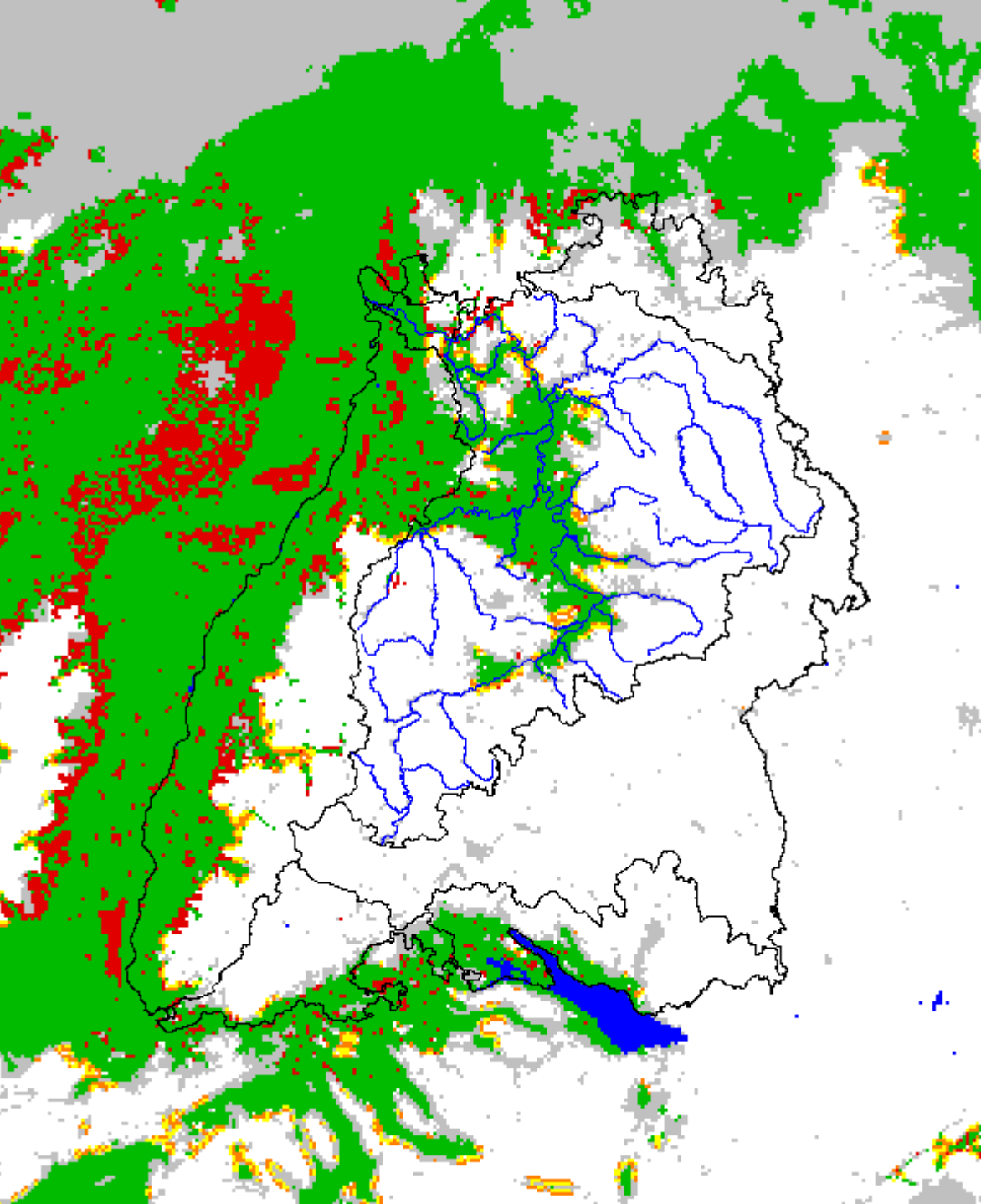
HW-Datum

15 – 22.03.05

NOAA-Bild

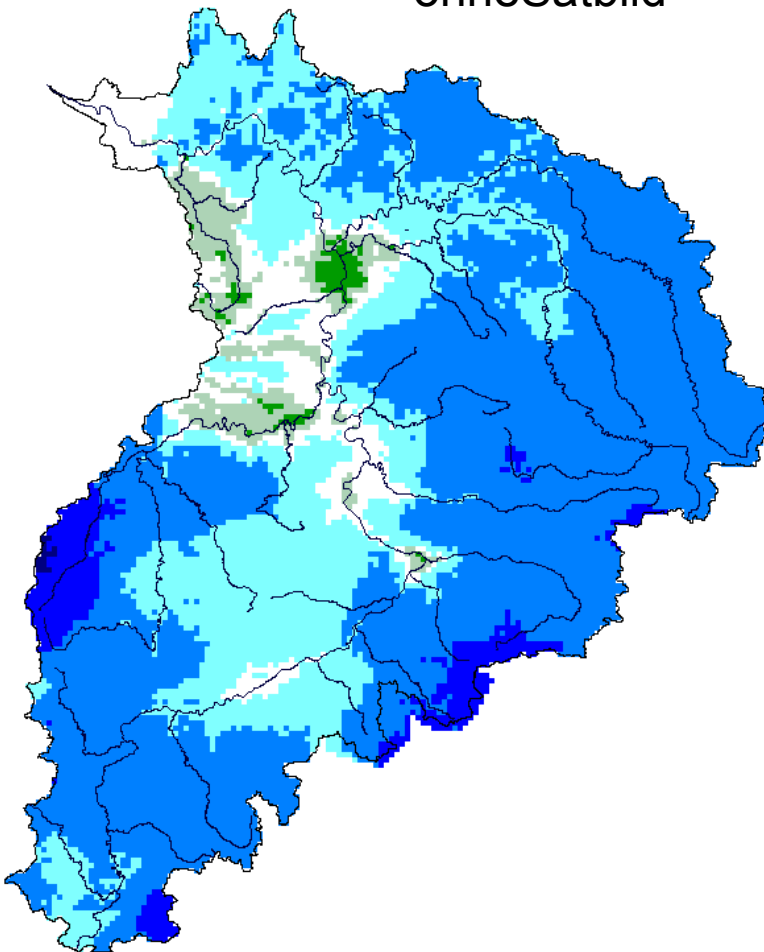
14.03, 15.03.,
16.03., 17.03.

**Reines Schneeschmelz-Hochwasser,
Ohne Einfluss von Regen.**

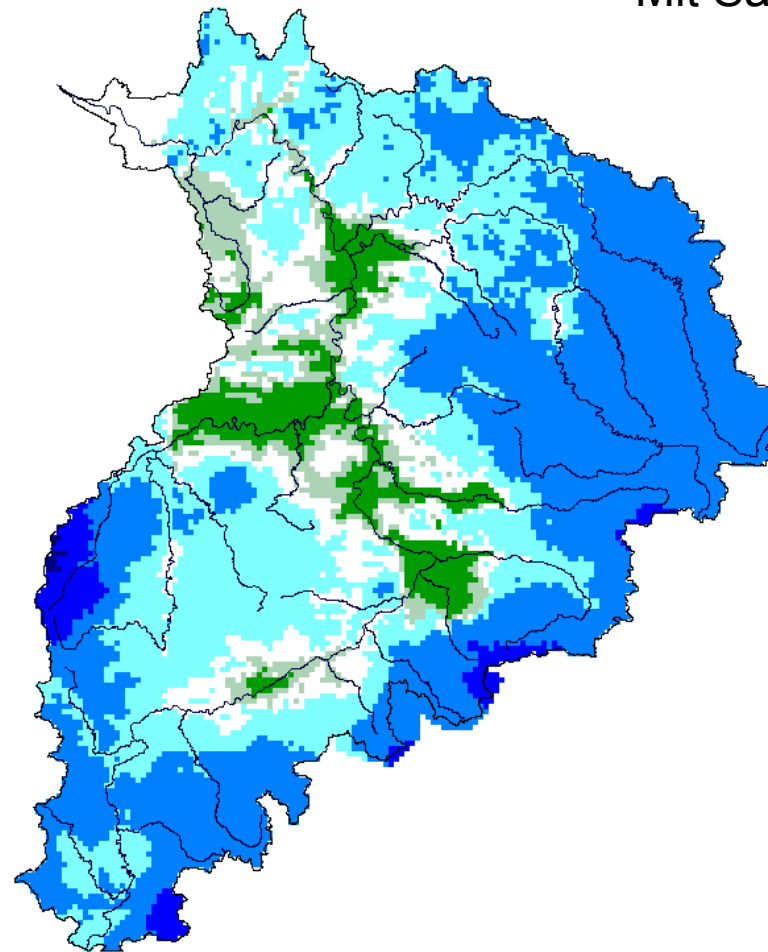


Berechnete Schnee- Wasseräquivalente 14.03.2005

ohneSatbild



Mit Satbild



L96_op
mit Satbilder
14.03.2005 11:00

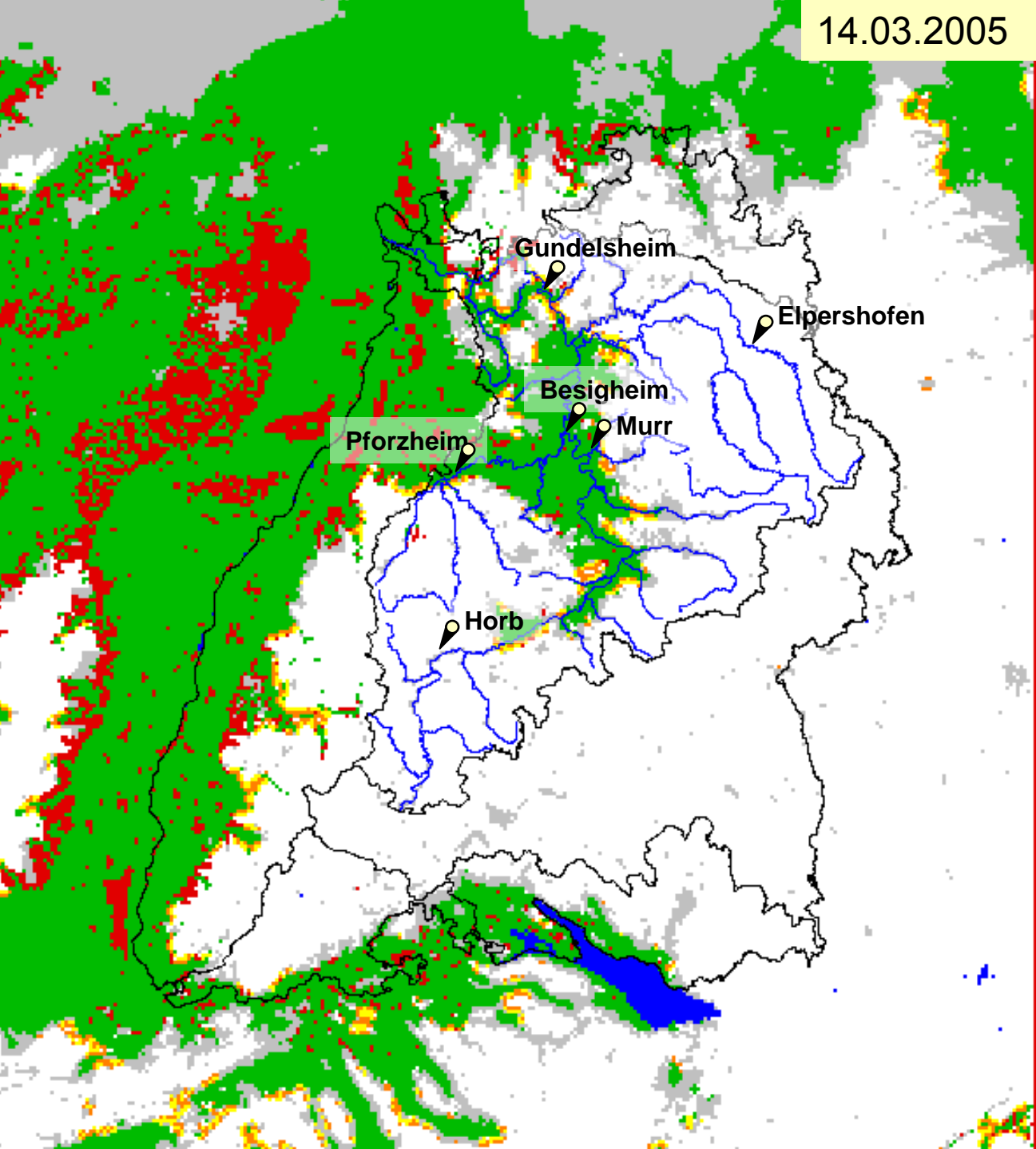
Wasseräquivalent (simuliert)
[mm]

0,00 <=		<	2,00
2,00 <=		<	10,00
10,00 <=		<	25,00
25,00 <=		<	50,00
50,00 <=		<	100,00
100,00 <=		<	200,00
200,00 <=		<	400,00
400,00 <=		<	4000,00
		=	Rest

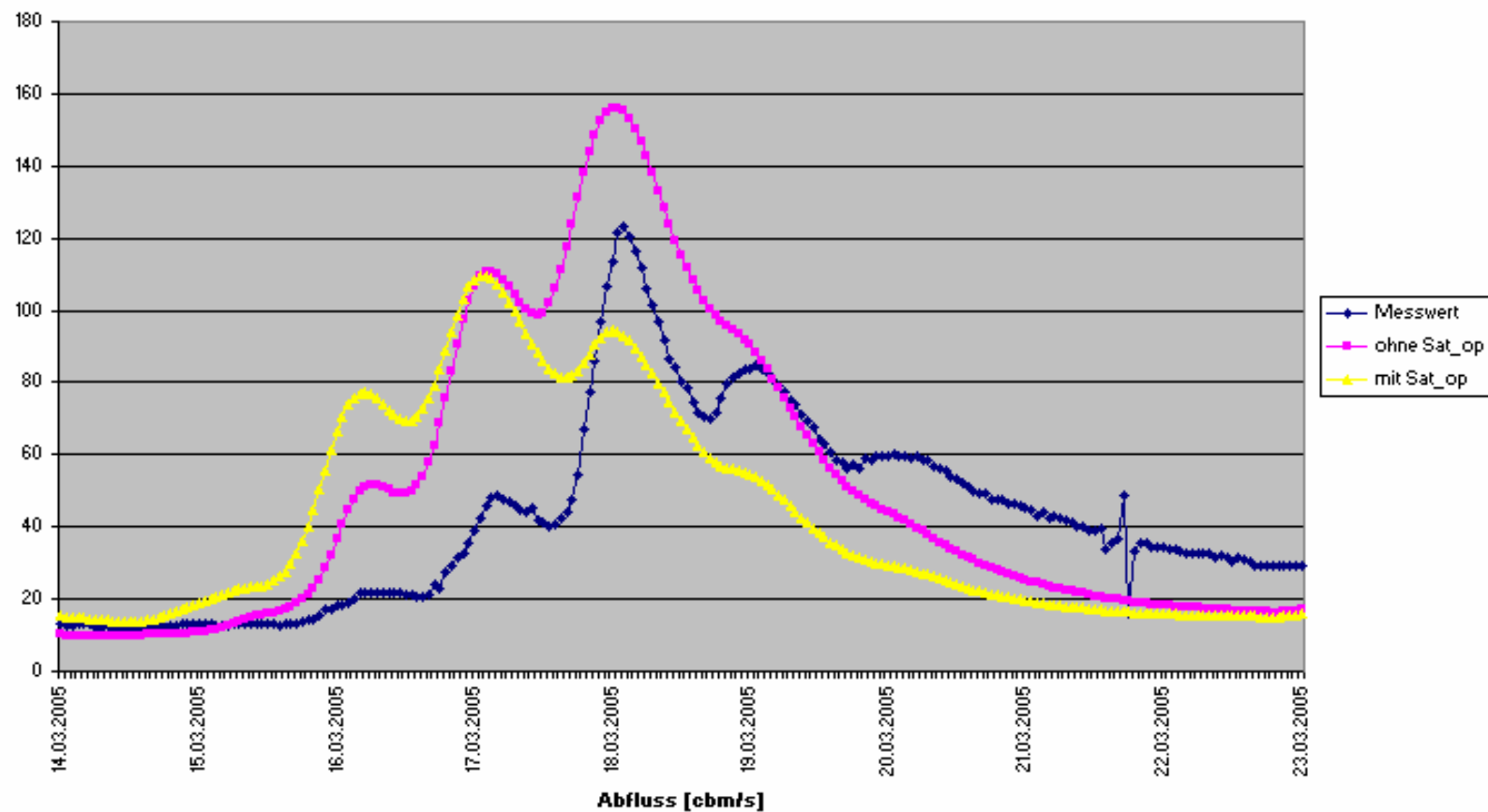
14.03.2005

LUBW

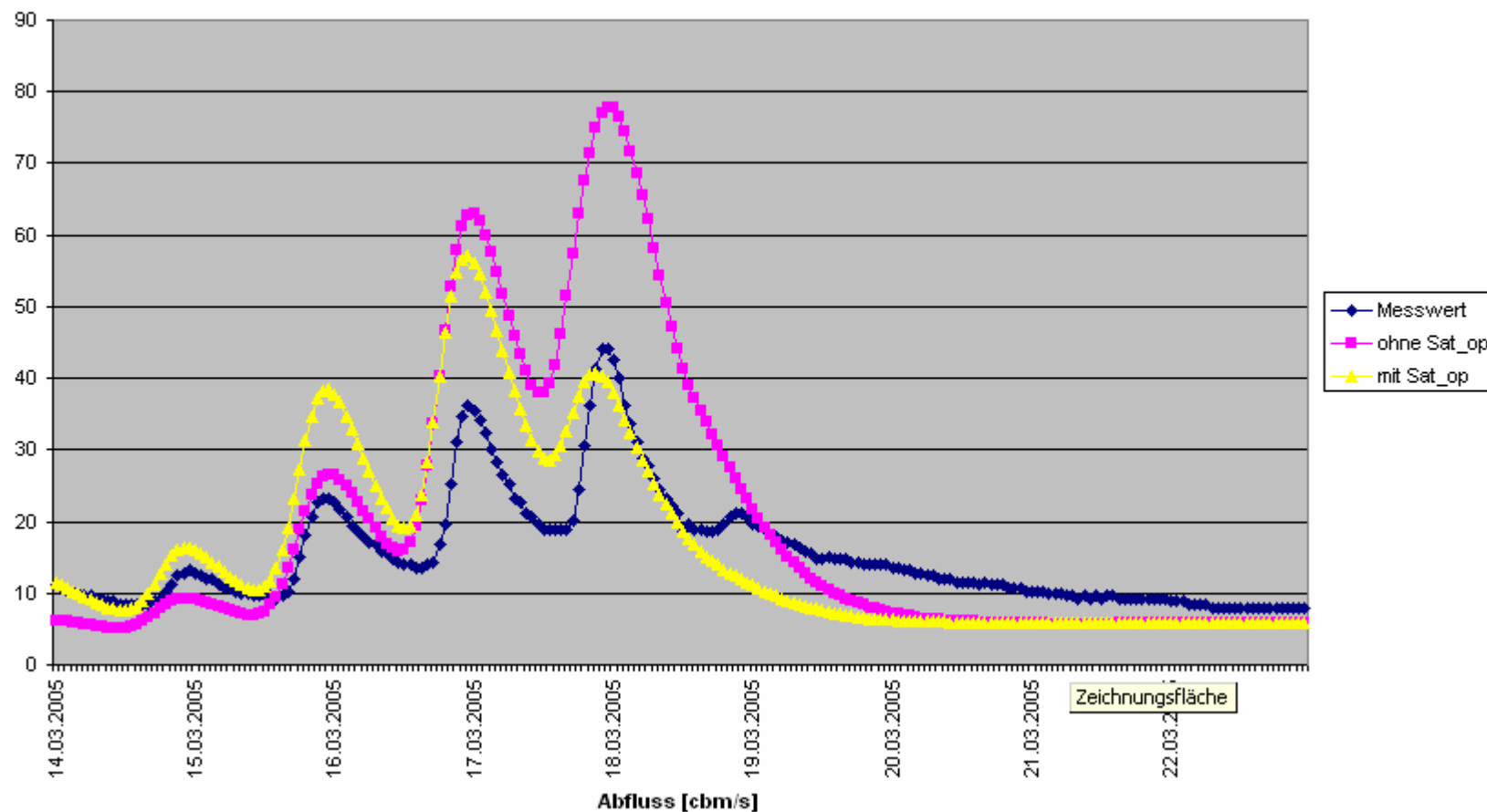
Umwelt, Messungen und
Schutz Baden-Württemberg



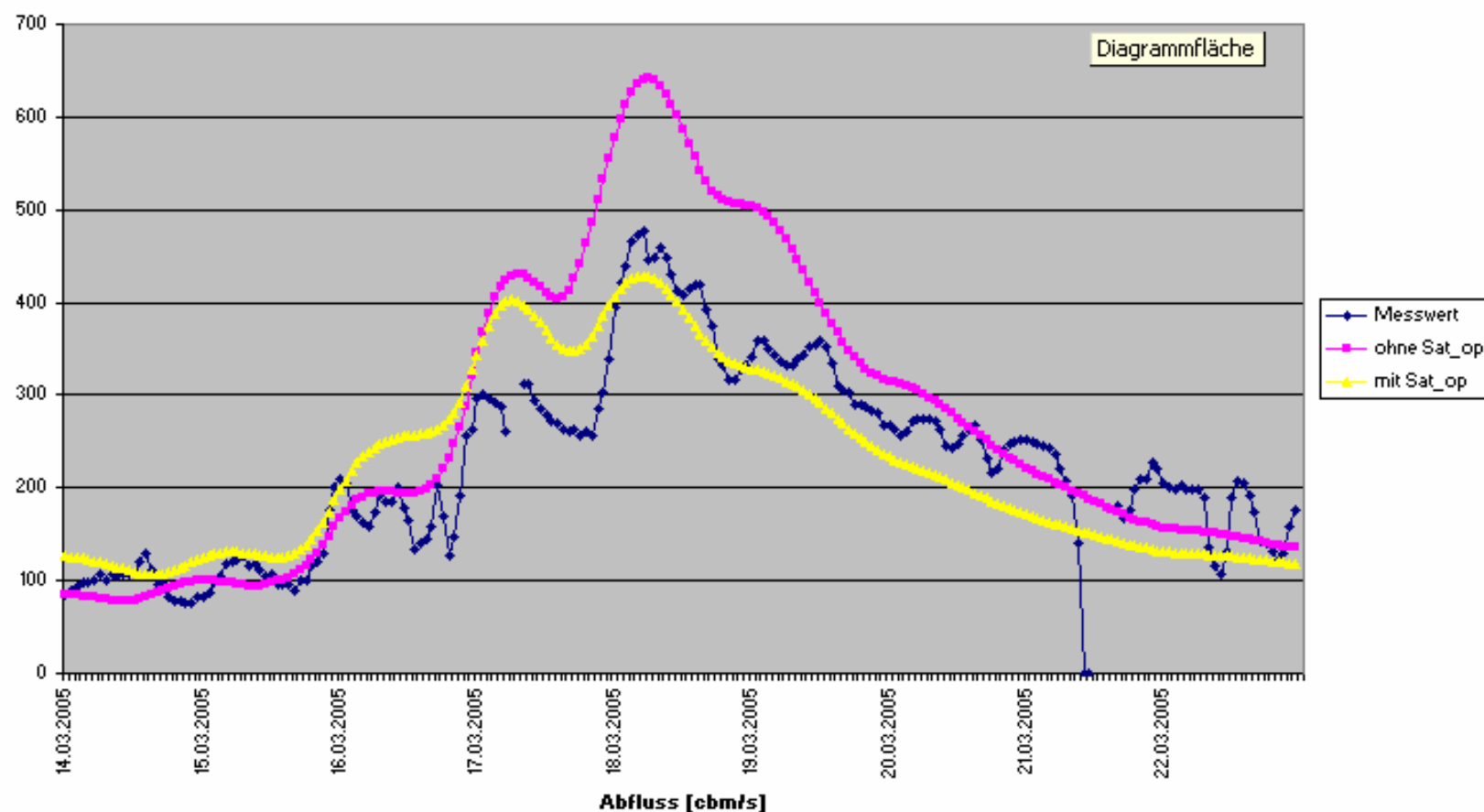
März 2005 Horb / Neckar



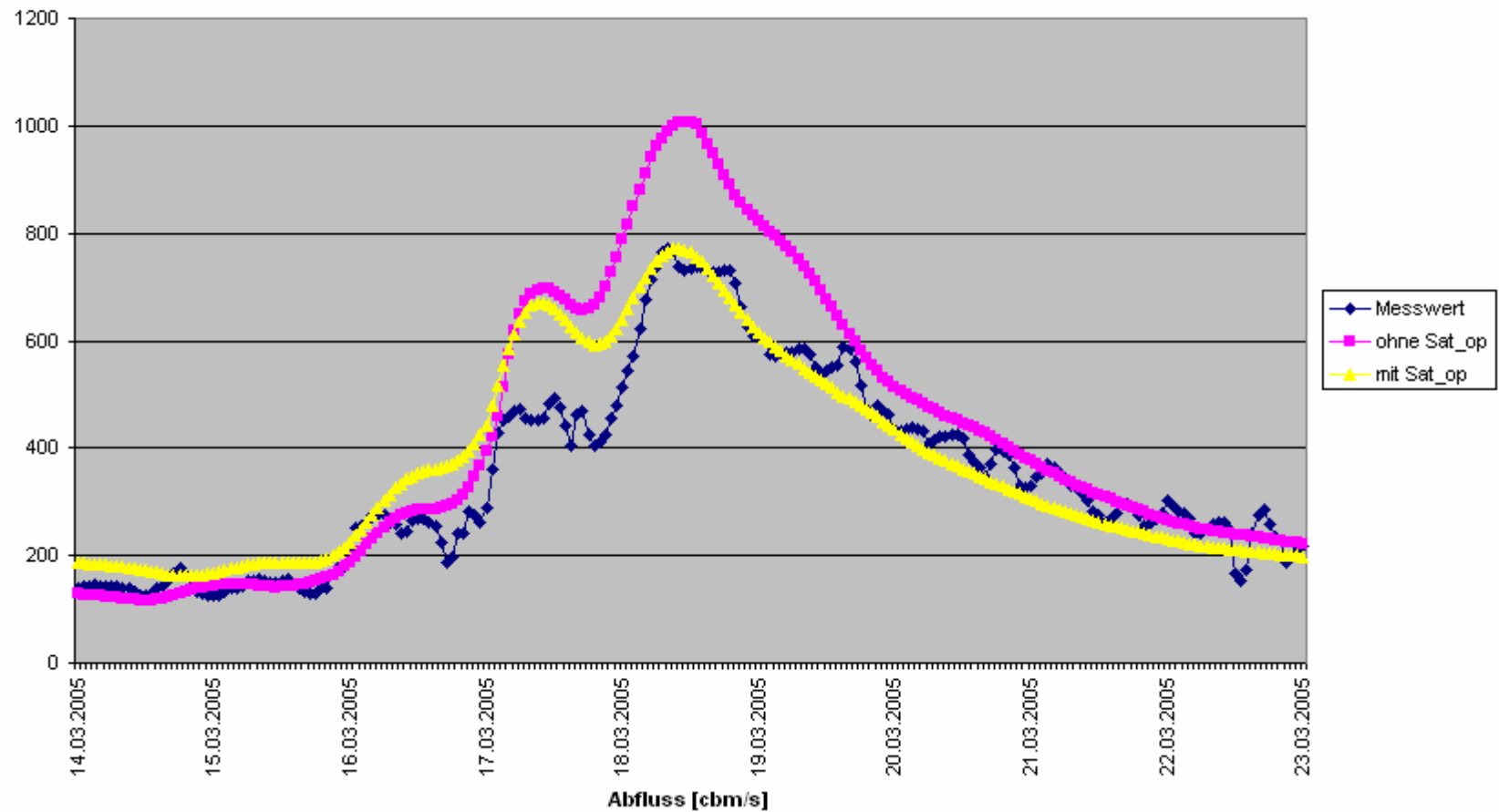
März 2005 Murr / Murr



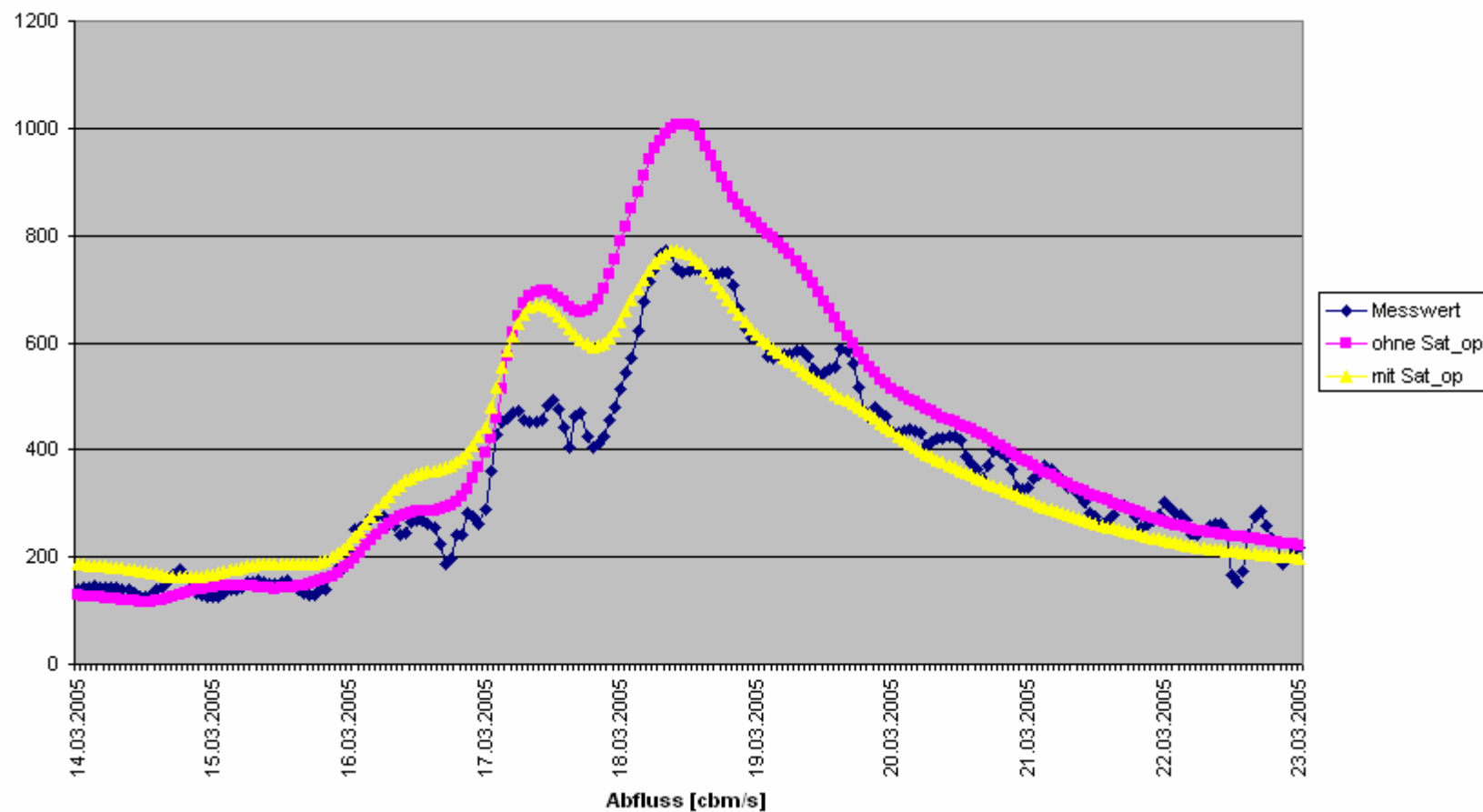
März 2005 Besigheim / Neckar

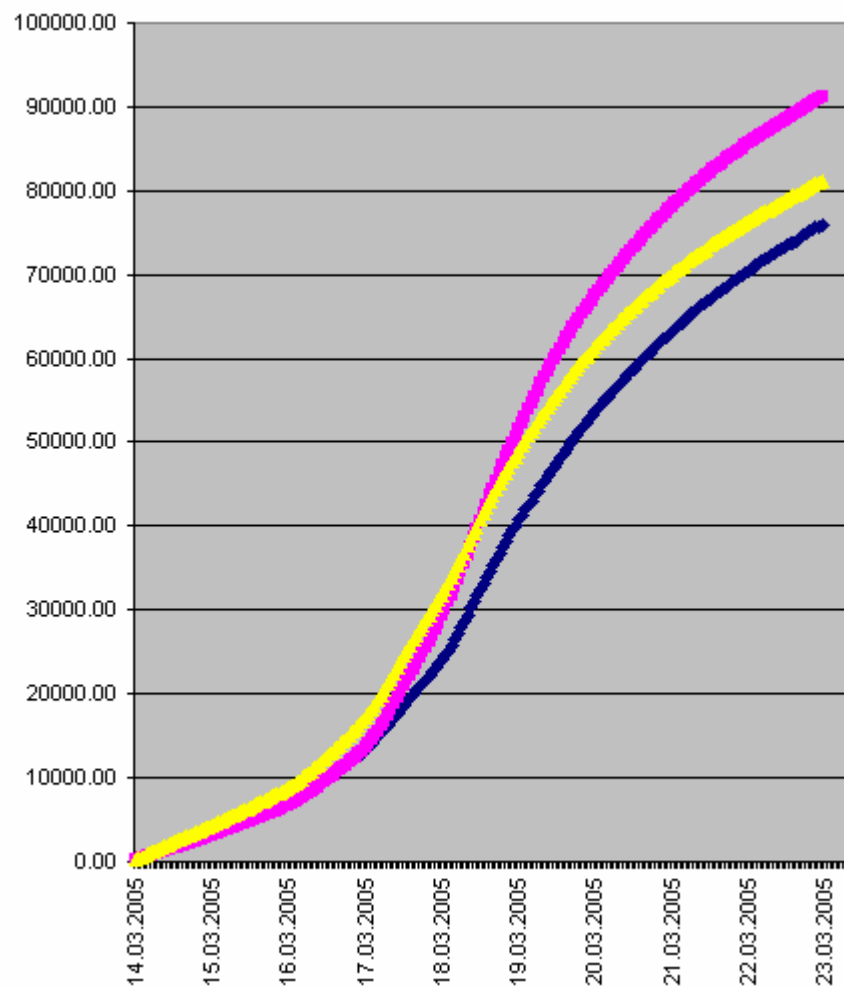


März 2005



März 2005 Gundelsheim / Neckar





Abflusssumme am Pegel Gundelsheim / Neckar

Die Abflusssumme ist das geeignete Maß zur Kontrolle des berechneten Speicherinhalts der Schneedecke

(Abfluss ausschließlich aus Schmelzwasser)



HW-Datum

16. – 24.02.06

NOAA-Bild

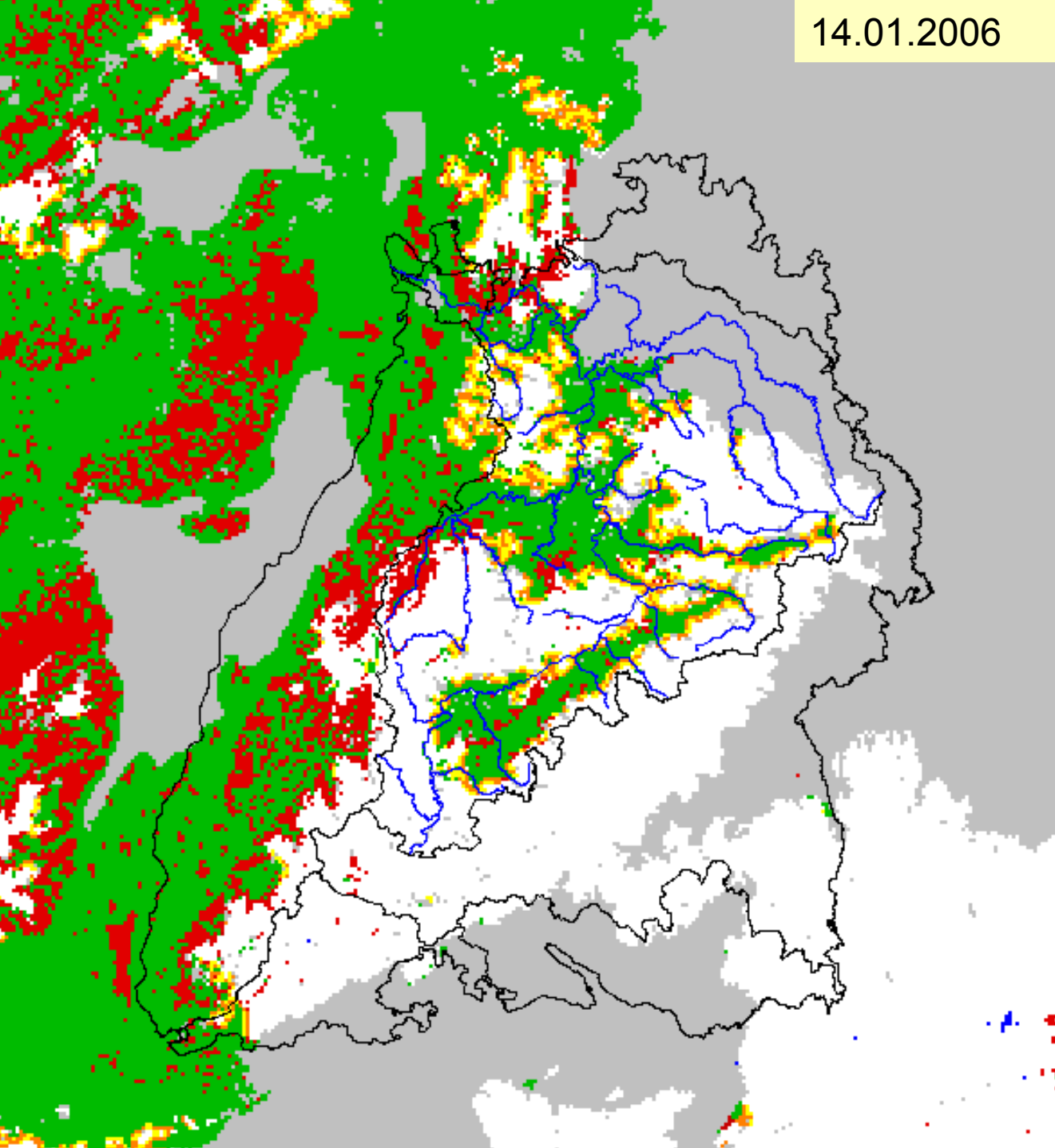
14.01, 23.01,
30.01.

d.h. Hochwasser begann über 2 Wochen nach
dem letzten verfügbaren Satellitenbild

14.01.2006

LU:BW

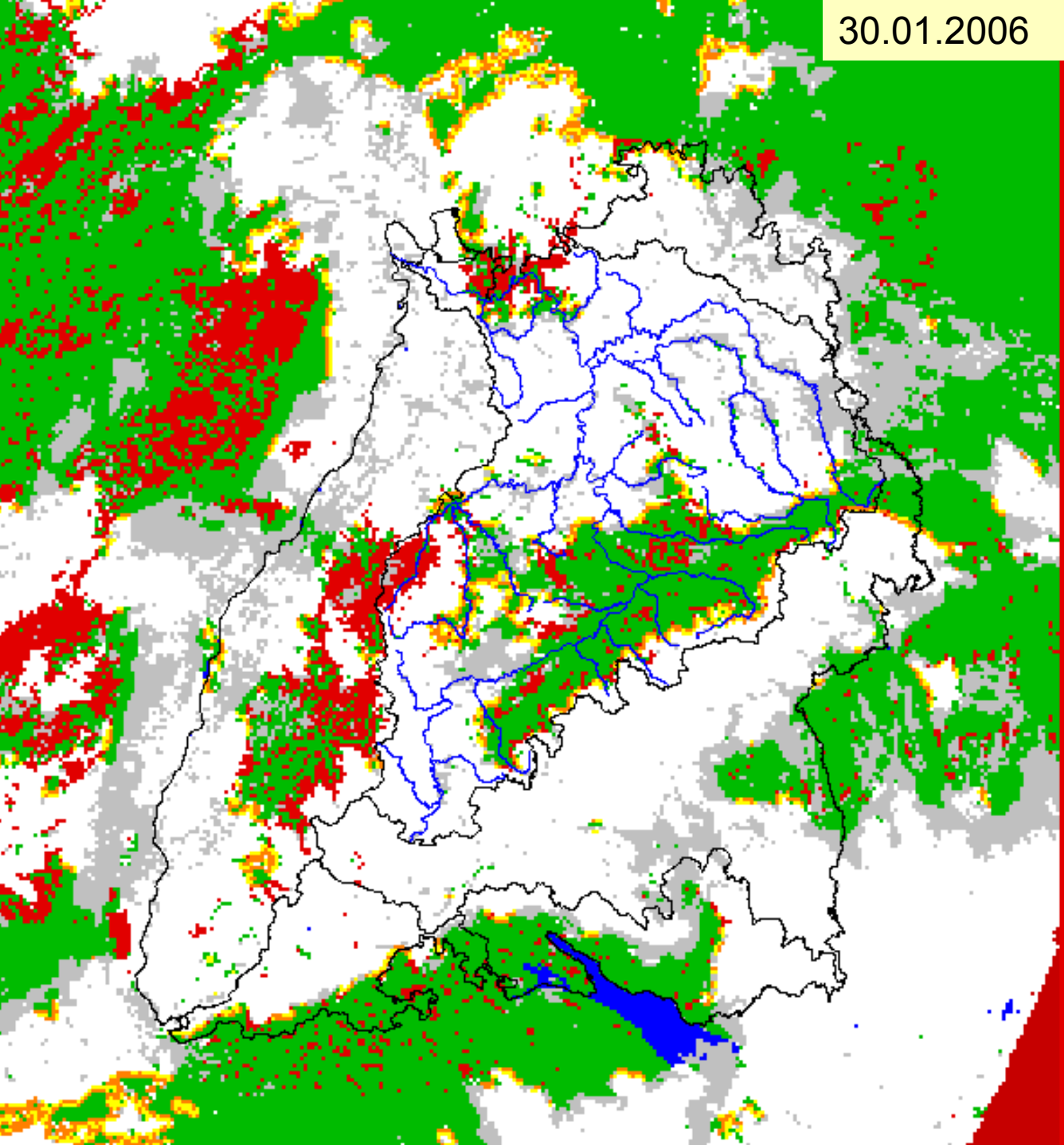
Umwelt, Messungen und
Zur Luftqualität in Baden-Württemberg



30.01.2006

LU:BW

Umwelt, Messungen und
Zur Luftreinhaltung in Baden-Württemberg



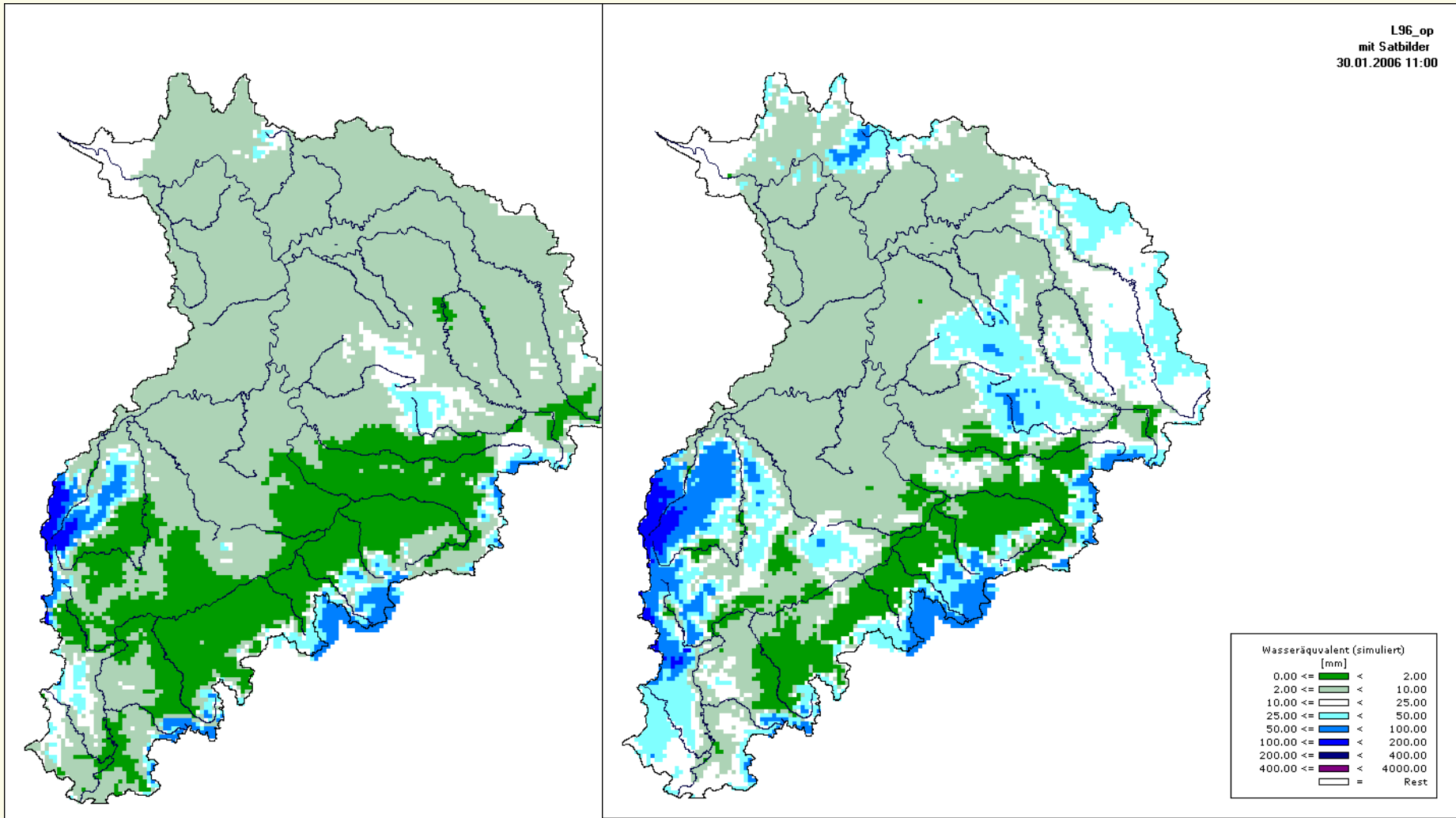
30.01.2006 Berechnetes Schnee-Wasser-Äquivalent



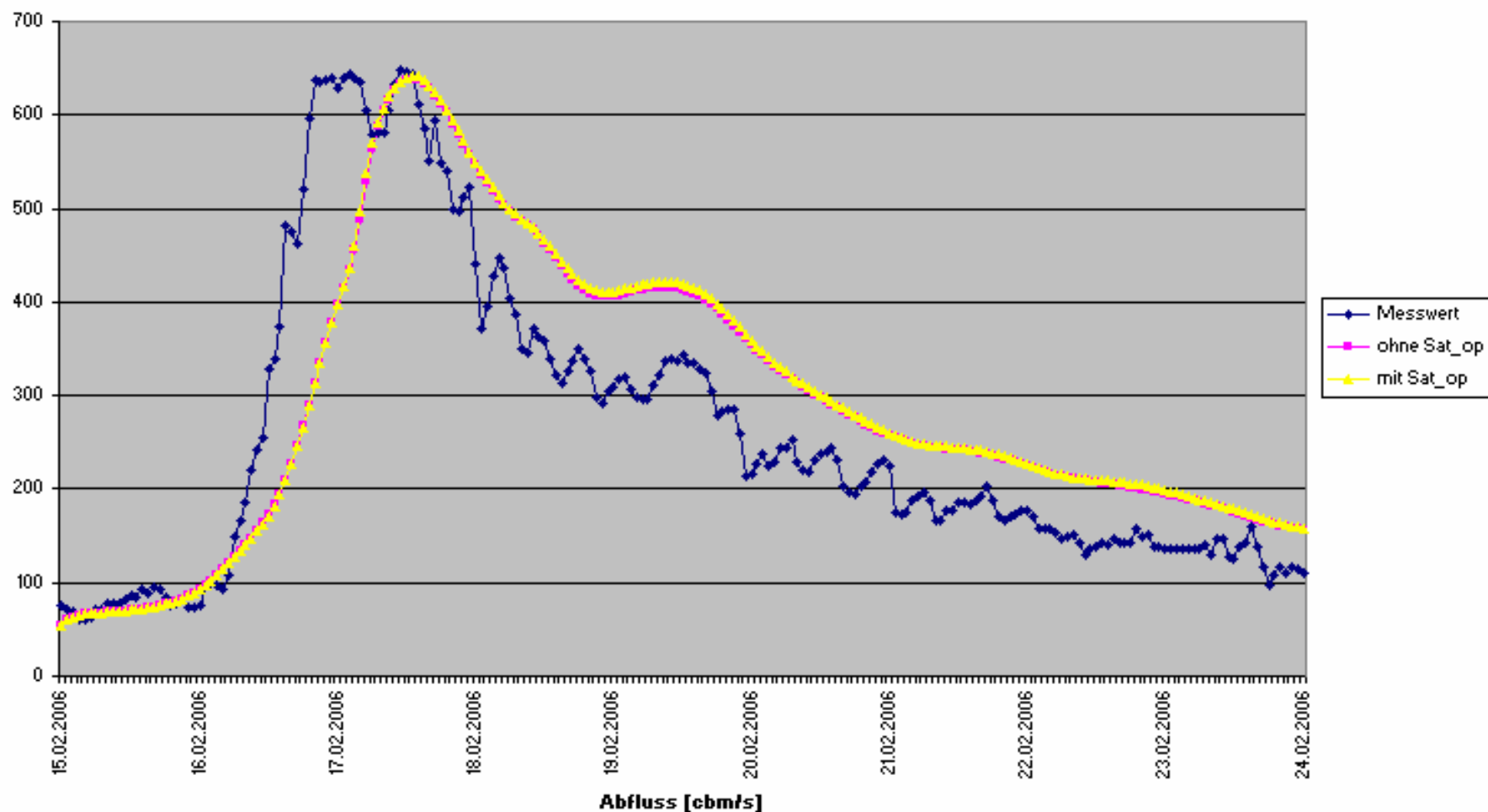
ohne

mit

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und
Naturschutz Baden-Württemberg



Februar 2006 Gundelsheim / Neckar



HW-Datum

09. – 15.03.06

NOAA-Bild

keine SWK

Für dieses Hochwasser - das größte
der 5 verfügbaren Schneeschmelz-
Hochwasser – ist kein Satellitenbild
vorhanden.

HW-Datum

21.03 – 05.04.06

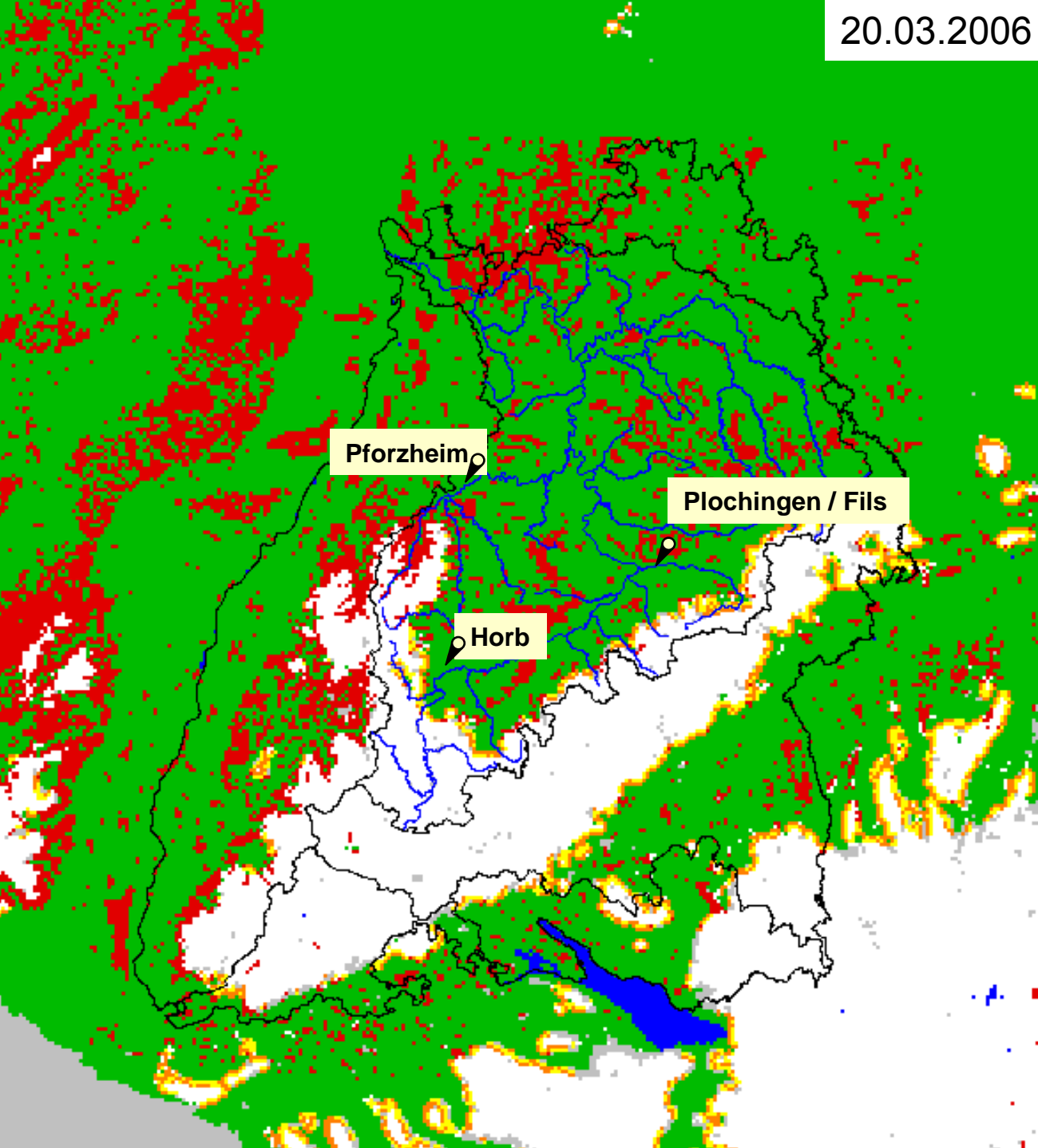
NOAA-Bild

20.03.

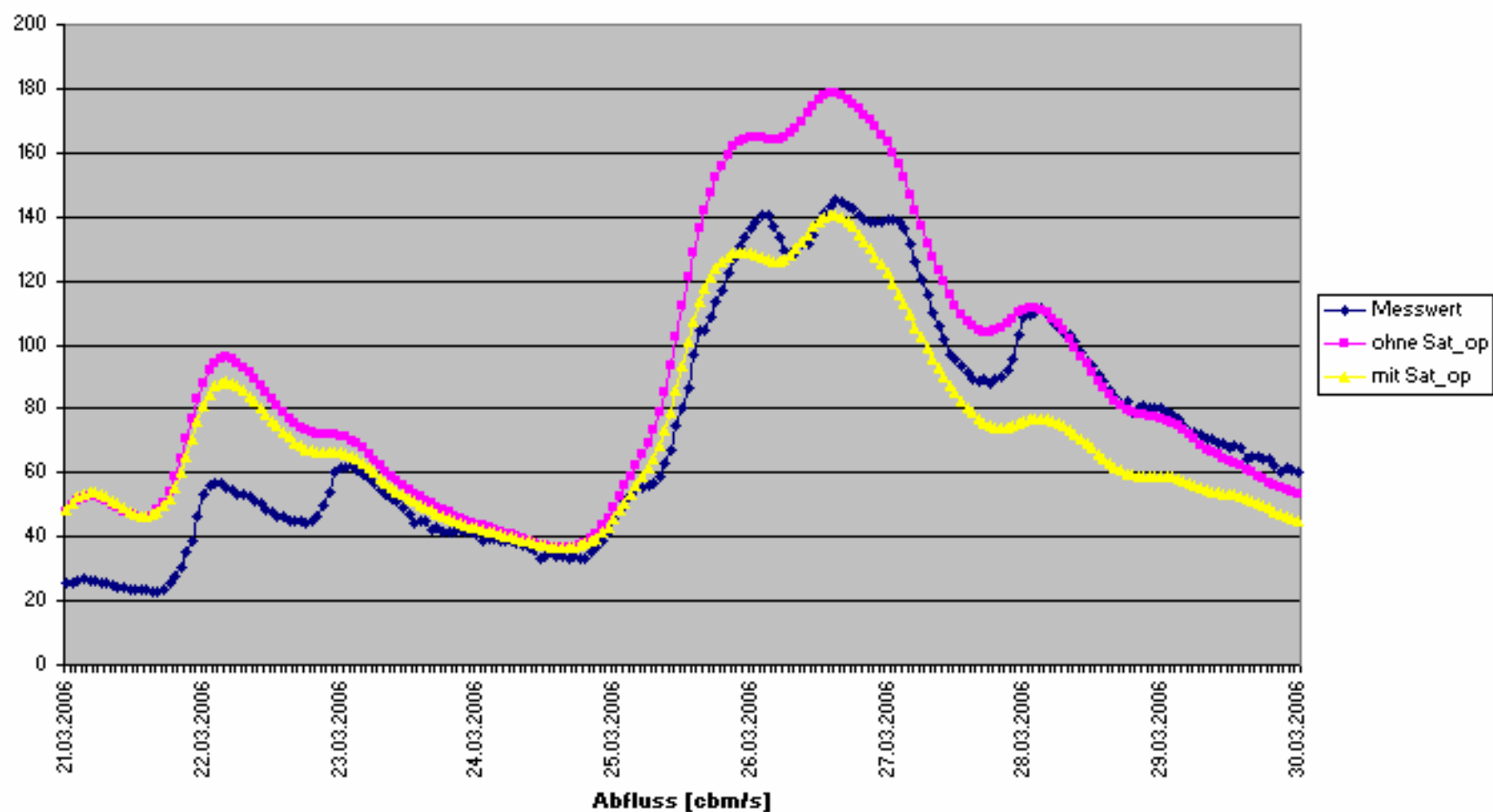
20.03.2006

LU:BW

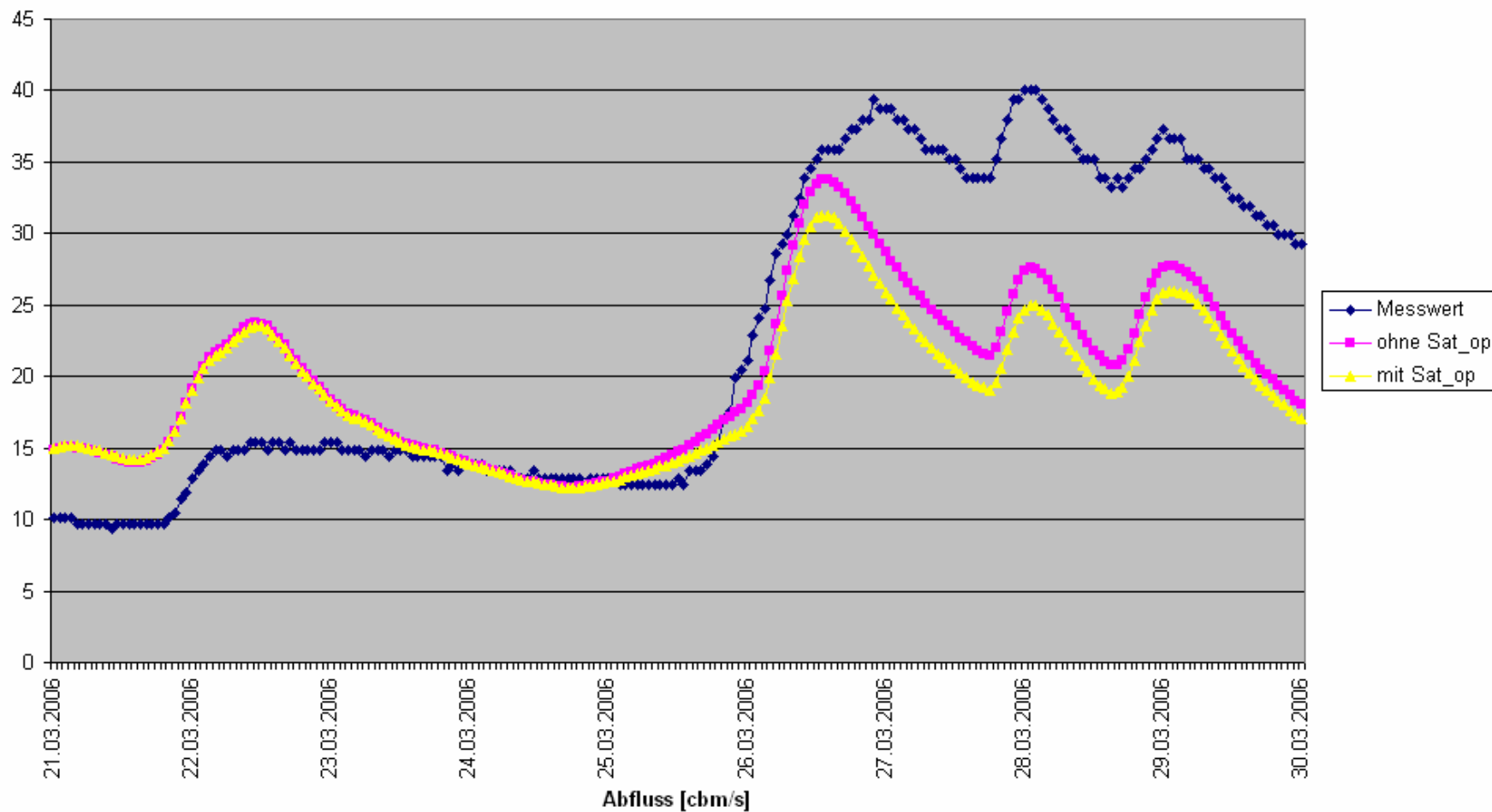
mwelt, Messungen und
utz Baden-Württemberg



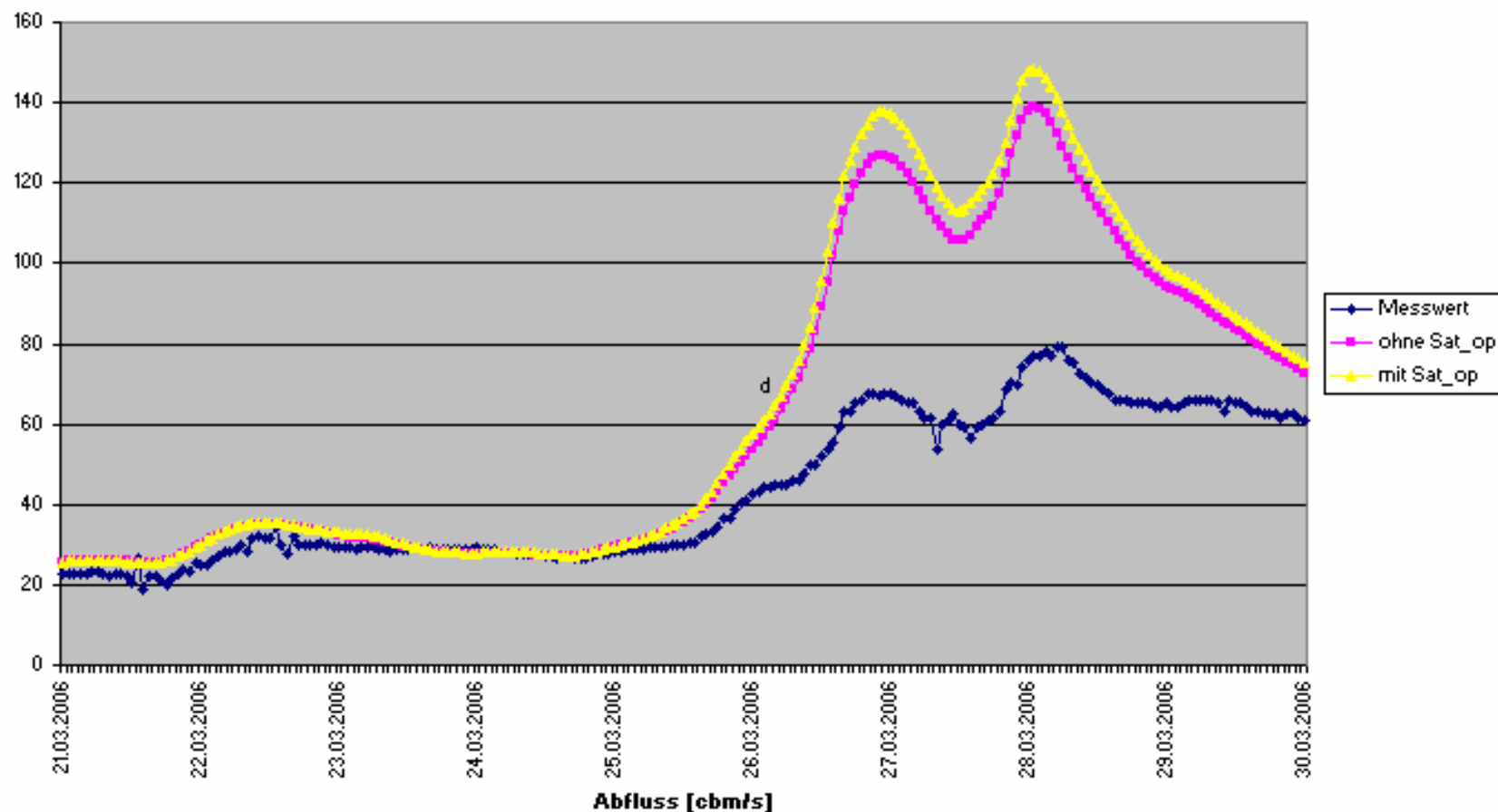
März 2006 Horb / Neckar

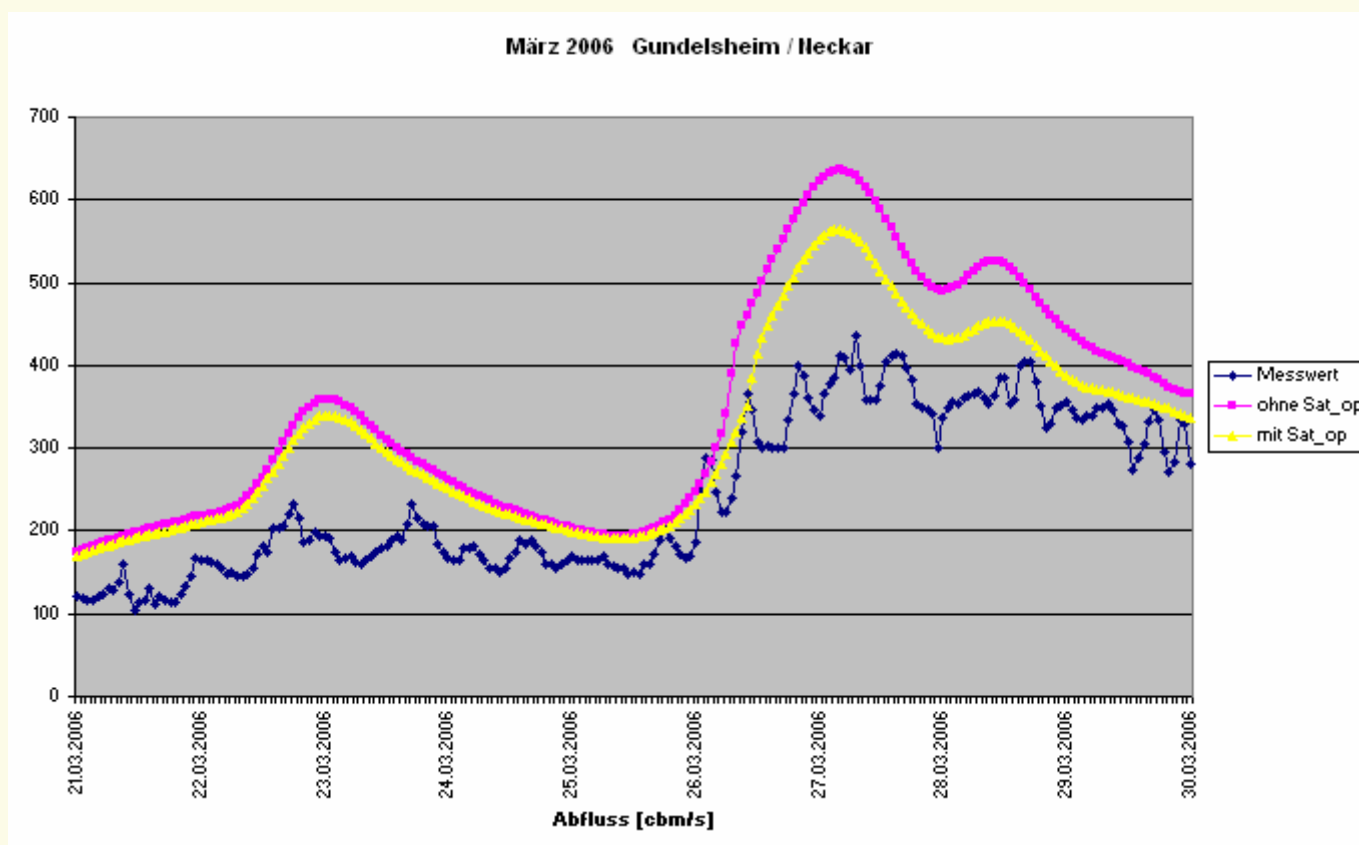


März 2006 Plochingen / Fils



März 2006 Pforzheim / Neckar





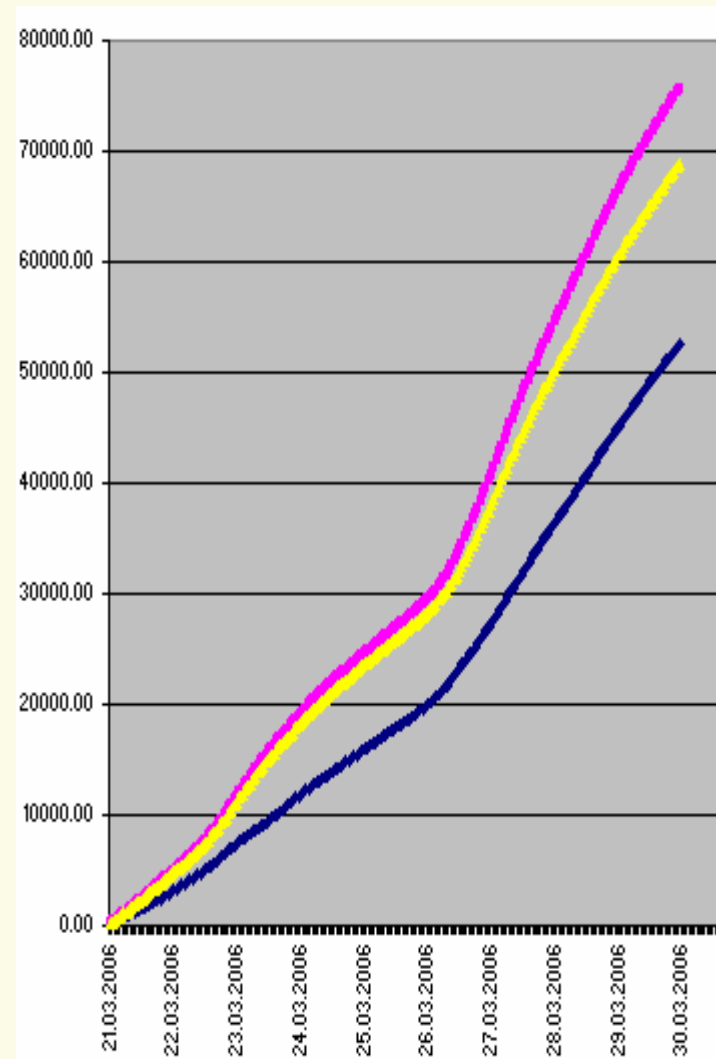
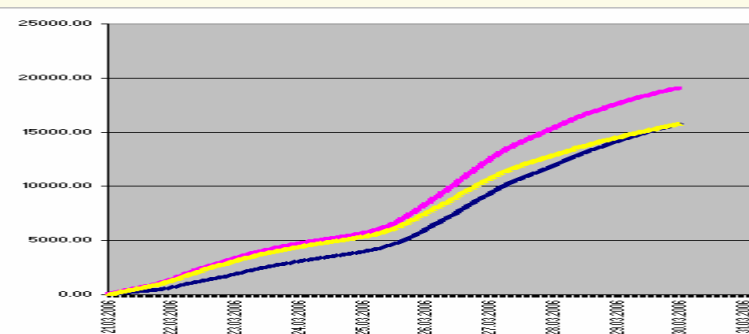
März / April 2006

Abflusssummen

Landesanstalt für Umwelt, Messungen und
Naturschutz Baden-Württemberg

Horb (1.113 km³)

Gundelsheim (12.332 km³)



- Im Zeitraum 2001-2006 5 Hochwasser mit Schneeschmelze. Für 4 dieser Hochwasser liegen Satellitenbilder vor.
- Bei zwei dieser Hochwasser zeigte die Hinzunahme der Satellitenbilder nur geringen Einfluss, Verlauf und Abflussfülle wurden nur wenig beeinflusst.
- Bei den zwei anderen Hochwassern z.T. deutlichen Einfluss.
- Bei den deutlich schneebeeinflussten Pegeln konnten z.T. deutliche Verbesserungen erzielt werden

Robustes Verfahren

Teilweise deutliche Verbesserungen

Geringe Gefahr einzelner Verschlechterungen

**Insgesamt verbesserte Wiedergabe der Abflussfülle,
d.h. die Wiedergabe des Schneedeckeninhalts wird
durch die Einbeziehung von Satellitenbildern
verbessert.**

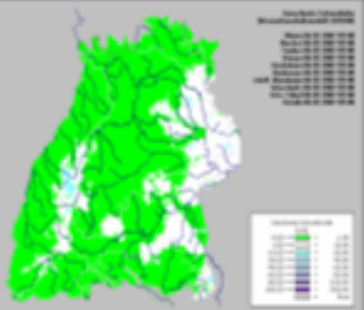
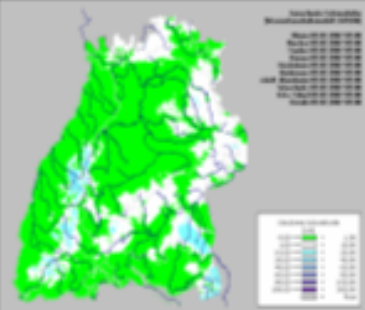
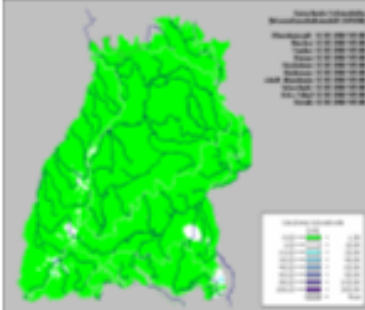
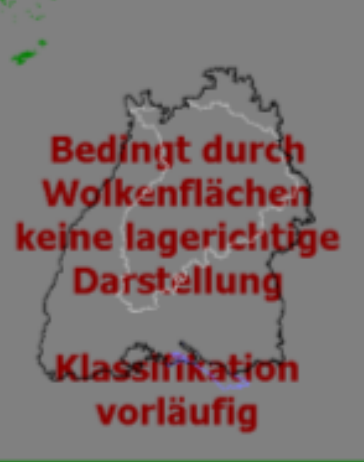
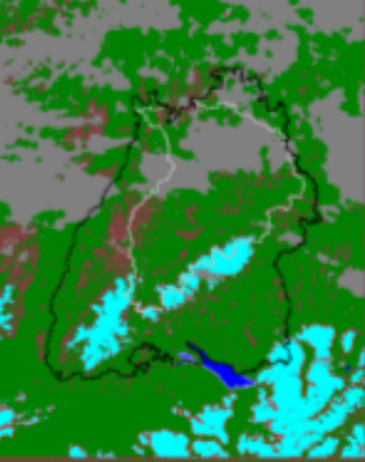

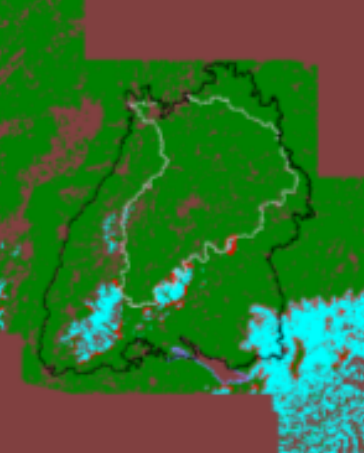


Problematisch ist die Verfügbarkeit.

Optische Satelliten liefern gerade in den Wintermonaten auch über längere Zeiträume keine Bilder.

Radarsatelliten liefern prinzipiell alle 3 Tage ein Bild und könnten dies somit ausgleichen. Wolken sind kein Hindernis. Erforderlich sind jedoch Temperaturen über 0°C, da nur flüssiges Wasser erfasst wird.

Die Ableitung der Schneegrenze aus Radarsatelliten ist weniger genau. Radarsatelliten erfassen die Schneegrenze bei ca. 10 cm. Schneehöhe.

Die derzeit im Rahmen von PolarView kostenlose Verfügbarkeit ist, vor allem durch Nutzungskonflikte mit zahlenden Kunden, stark eingeschränkt. Die Belieferung erfolgt nicht in der erwünschten Zeitspanne.

Datum	6.2.2007	9.2.2007	12.2.2007
LARSIM			
NOAA Schnee an 5 cm SWE an Grenze 2 cm			
ASAR Schnee an 10 cm SWE an Grenze 4 cm			



Landesanstalt für Umwelt, Messungen und
Naturschutz Baden-Württemberg



Ergebnisse aus InFerno



Landesanstalt für Umwelt, Messungen und
Naturschutz Baden-Württemberg



- Bei 21 der 36 ausgewerteten Ganglinien an Pegeln keine Änderungen ($< 5\%$ der Fülle)
- In 2 Fällen eine geringe Verbesserung ($< 10\%$ der Abflussfülle),
- In 12 Fällen eine deutliche Verbesserung ($> 10\%$)
d.h. bei beiden den HW mit Änderungen in
14 der 18 Fälle Verbesserung
- In 1 Fall geringe Verschlechterung

An den einzelnen als Schneegrenze ausgewiesenen Pixeln wird die Tgr optimiert.

Um den Einfluss von Ausreißern zu vermeiden, wird jedem Pixel der Median aller optimierten Tgr aus einem Umkreis von 10km zugewiesen. Die so gewonnene Tgr wird mit einem Radius von 60 km (abnehmende Wirkung) in die Fläche interpoliert.

Aus den vorgegebenen Schneegrenzen ermittelte Grenztemperaturen
(Median im Umkreis von 10km)

	Feb 05	Mrz 05	Feb 06		Mrz 06
Datum Satbild	07.02. / 04.02	13.03.	14.01.	30.01.	
Median	2.3	-0.7	1.5	1.8	0.5
arithm Mittel	1.8	-1	0.4	0.6	0.2
Median ASAR (04.02)	2.4				
Mittel ASAR	2.1				

Dir für die Vergleichsrechnungen im tape10 vorgegebene Tgr ist einheitlich
Tgr=1.0 °C

Vorgehen bei der Berechnung:

1. Zustandsdatei aus op. WHM →
letzter schneefreier Tag vor HW
mit Nachführung (Wasserdargebot)
2. Letzter schneefreier Tag → Satellitenbild
Berechnung der optimierten Tgr,
damit Berechnung der Schneedecke.
ohne Nachführung, mit Einlesen Q
3. Datum Satbild → Tag vor HW
mit Tgr aus tape10
ohne Nachführung, mit Einlesen Q
4. Hochwasser
mit Tgr aus tape10
ohne Nachführung, ohne Einlesen Q

Für die Vergleiche mit / ohne Satellitenbild wurden für das Neckargebiet einheitlich $+1^{\circ}\text{C}$ als Tgr vorgegeben. Im op. Modell haben einzelne Gebiete eine geringere Vorgabe.



Landesanstalt für Umwelt, Messungen und
Naturschutz Baden-Württemberg

