

Seguimiento de inundaciones con datos del radar Sentinel-1 en el norte de Alemania

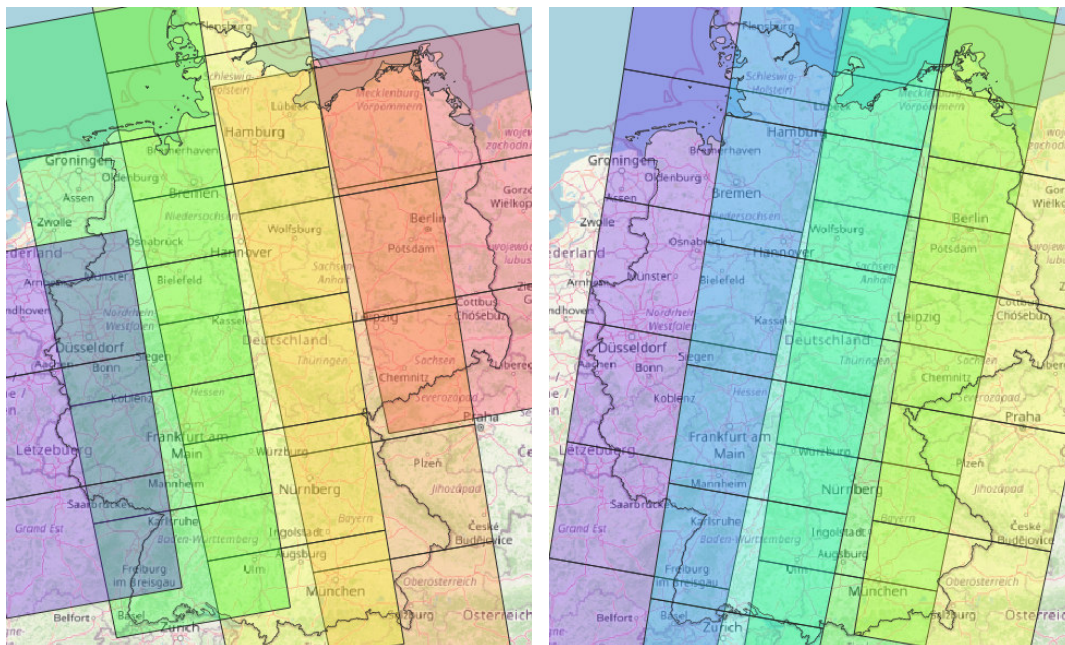
Las lluvias prolongadas durante la Navidad 2023 y el Año Nuevo de 2024 provocaron inundaciones en gran parte de Alemania. Las inundaciones, que en algunas zonas continúan, ejercen desde hace tiempo presión sobre los diques, que se van debilitando poco a poco.

Esto aumenta el riesgo local de fallas de presas. Las lluvias persistentes se extendieron sobre una gran superficie y se extendieron por las cadenas montañosas bajas de Harz y Rhön, así como por las cuencas hidrográficas de Aller, Weser y Leine. Cuando las masas de agua de estos ríos llegaron a la llanura del norte de Alemania, el caudal disminuyó y el agua se expandió en anchura, ya que en estas zonas ya había llovido persistentemente.

Con los datos de radar del satélite Sentinel-1 se puede ver a través de las nubes. Además, el satélite es independiente de la luz del día porque utiliza su propia energía. Durante la fase de precipitaciones estuvo casi completamente nublado y no había otra forma de mapear la extensión y duración de las inundaciones a gran escala.

Los satélites radar envían microondas con una longitud de onda de unos 5,5 cm que penetra fácilmente las nubes. Las microondas se refractan en la superficie y el satélite mide la reflexión (retrodispersión).

Los satélites Sentinel-1 orbitan la Tierra en una órbita polar a una altitud de 700 km. Cada circunnavegación dura aproximadamente 90 minutos. Disponemos de un modo de captura ascendente y otro descendente. La tasa de repetición para cada órbita es de 12 días. Los datos se registran en franjas de aproximadamente 240 km de ancho. Cada imagen individual tiene un tamaño de 200x240 km. La superposición de las imágenes aumenta hacia los polos.



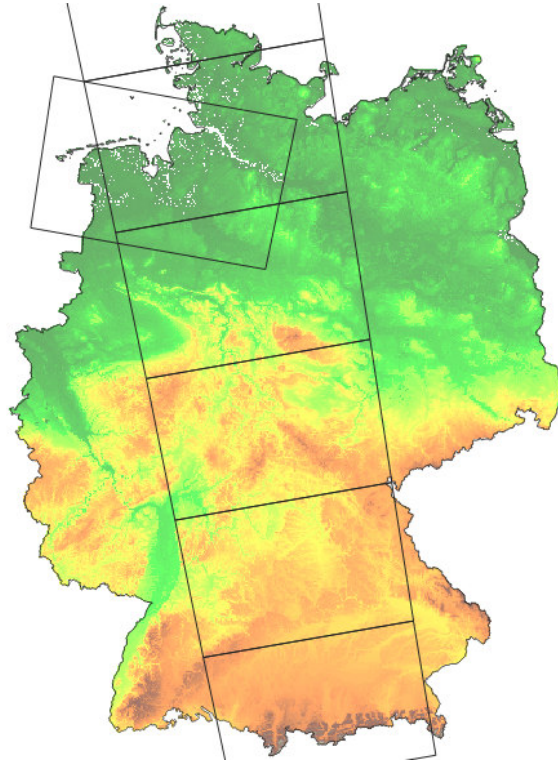
Para el monitoreo de inundaciones, se pueden usar secciones de diferentes imágenes superpuestas para áreas definidas. Esto da como resultado intervalos de tiempo más cortos.

Para este seguimiento se utilizó la franja Ascendente 117. Cubre Alemania en gran medida.

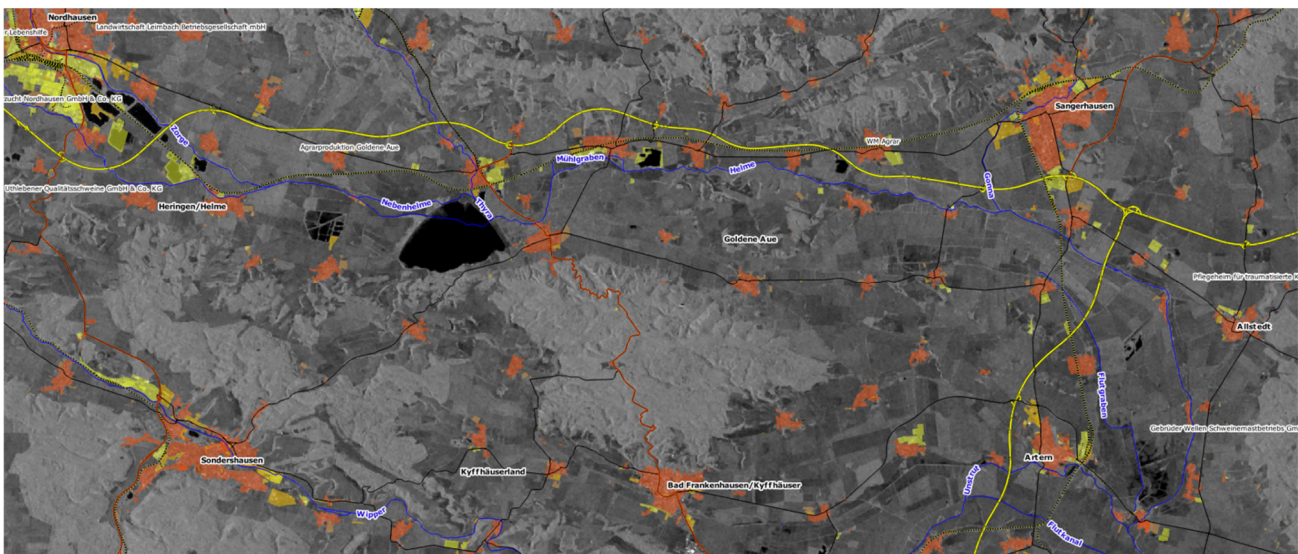
El tiempo de sobrevuelo es de 2 minutos aproximadamente. Esto cubre un área de aproximadamente 200.000 kilómetros cuadrados capturado en su totalidad.

Además, se utilizó una imagen de la órbita Descendente 139 para analizar otro tiempo de registro en el área de superposición.

Veamos primero una zona cercana a Nordhausen, en la frontera entre Turingia y Sajonia-Anhalt.

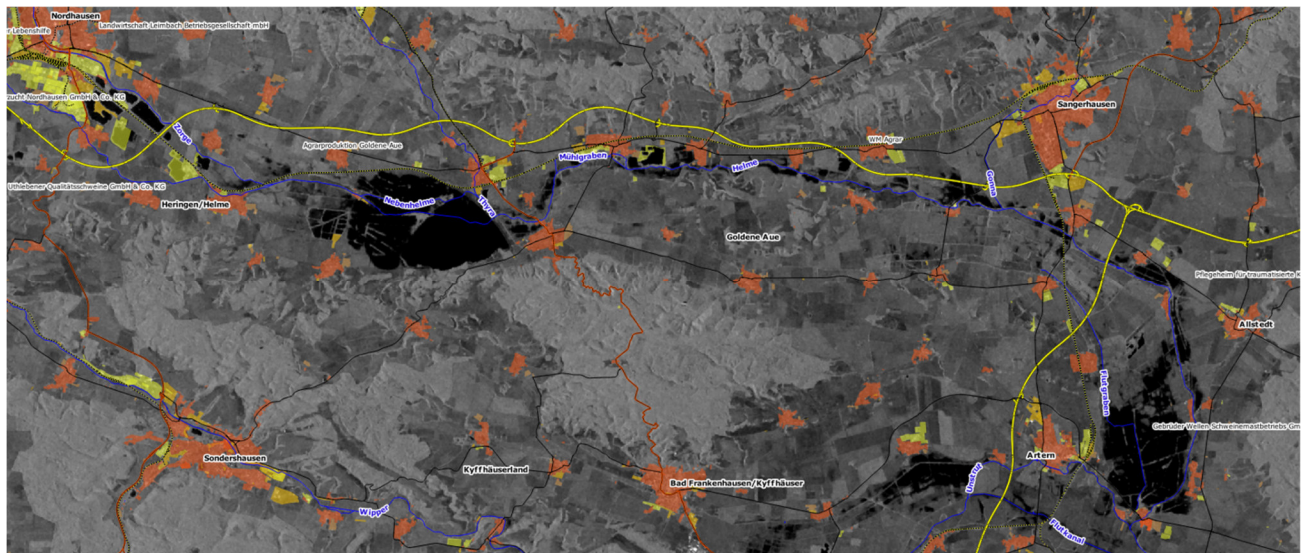
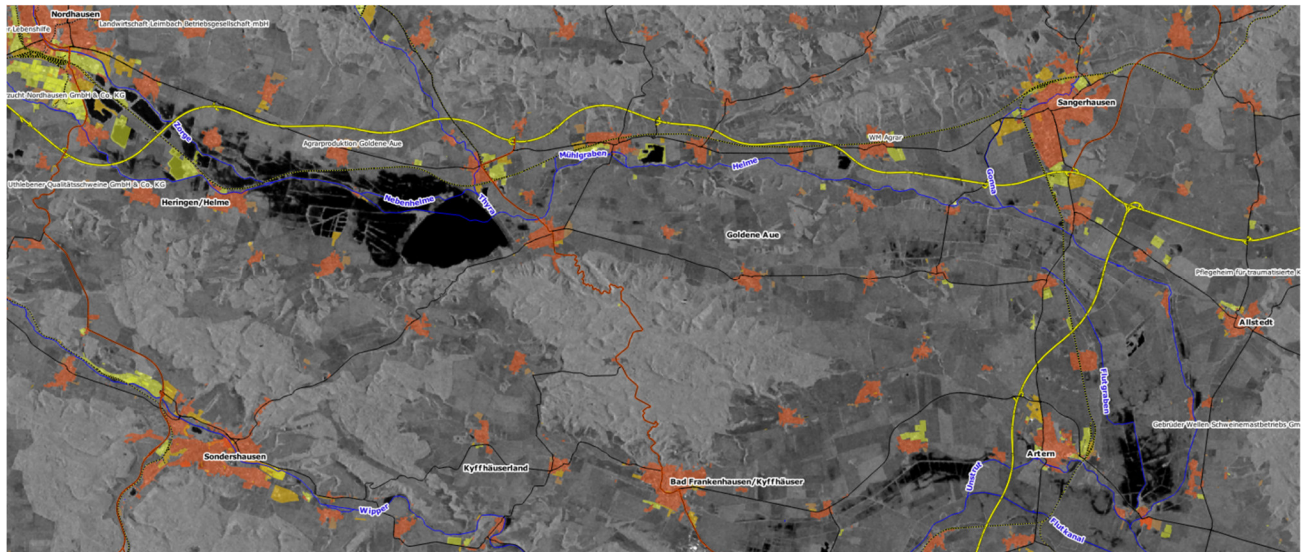


La foto de abajo es del 13 de diciembre antes de la inundación y muestra agua en negro en una imagen satelital monocromática. La señal de microondas que incide sobre la superficie del agua no se dispersa, sino que se desvía por completo. Por lo tanto, la retrodispersión es baja y las superficies del agua aparecen negras.



Las zonas brillantes representan bosques, ya que su vegetación provoca una alta retrodispersión. La imagen está superpuesta con datos de Open Street en colores. Muestran carreteras, ferrocarriles, ríos y zonas de asentamiento, que se diferencian por colores en zonas residenciales, industriales y comerciales. Algunas empresas agropecuarias se muestran en marrón. Haciendo zoom en el mapa se pueden ver más detalles.

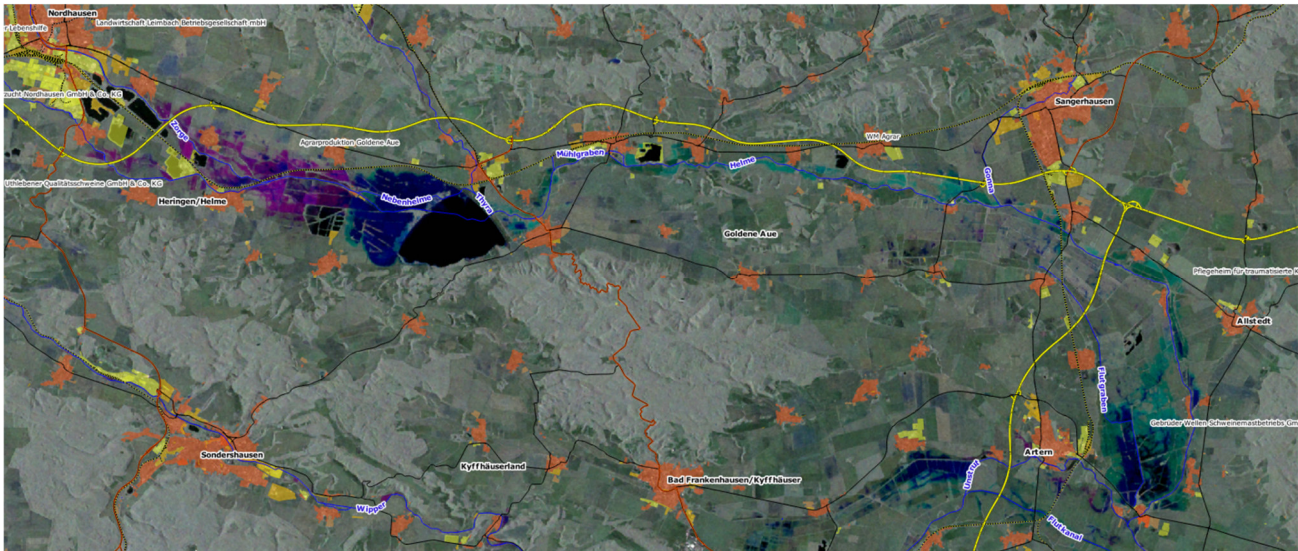
El segundo registro es del 25 de diciembre. Las zonas inundadas se pueden ver especialmente al este de Nordhausen. El agua proviene de la presa Kelbra.



La segunda imagen es del 6 de enero de 2024. Aunque el agua se ha escurrido parcialmente al este de Nordhausen, en la parte superior del Hamme se han ampliado nuevas zonas de inundación a medida que se han producido más precipitaciones. Se pueden ver claramente las zonas inundadas a izquierda y derecha del río.

La siguiente toma ahora combina las tres tomas consecutivas en una imagen en color. El registro del 13 de diciembre se colocó en el canal azul, el registro del 25 de diciembre se colocó en el canal verde y el registro de El 6 de enero fue colocado en el canal rojo.

Como resultado, aquellas áreas que tienen un valor azul alto y valores bajos en rojo y verde aparecen en azul en el mapa. Los valores son bajos si la zona está inundada. Debido a que las áreas azules se inundaron el 25 de diciembre y el 6 de enero, y no se inundaron sólo el 13 de diciembre, aparecen en color azul.



En consecuencia, lo que se inundó el 25 de diciembre aparece en rosa, pero ya no se inundó el 6 de enero ni el 13 de diciembre. El color allí es una mezcla de azul y rojo.

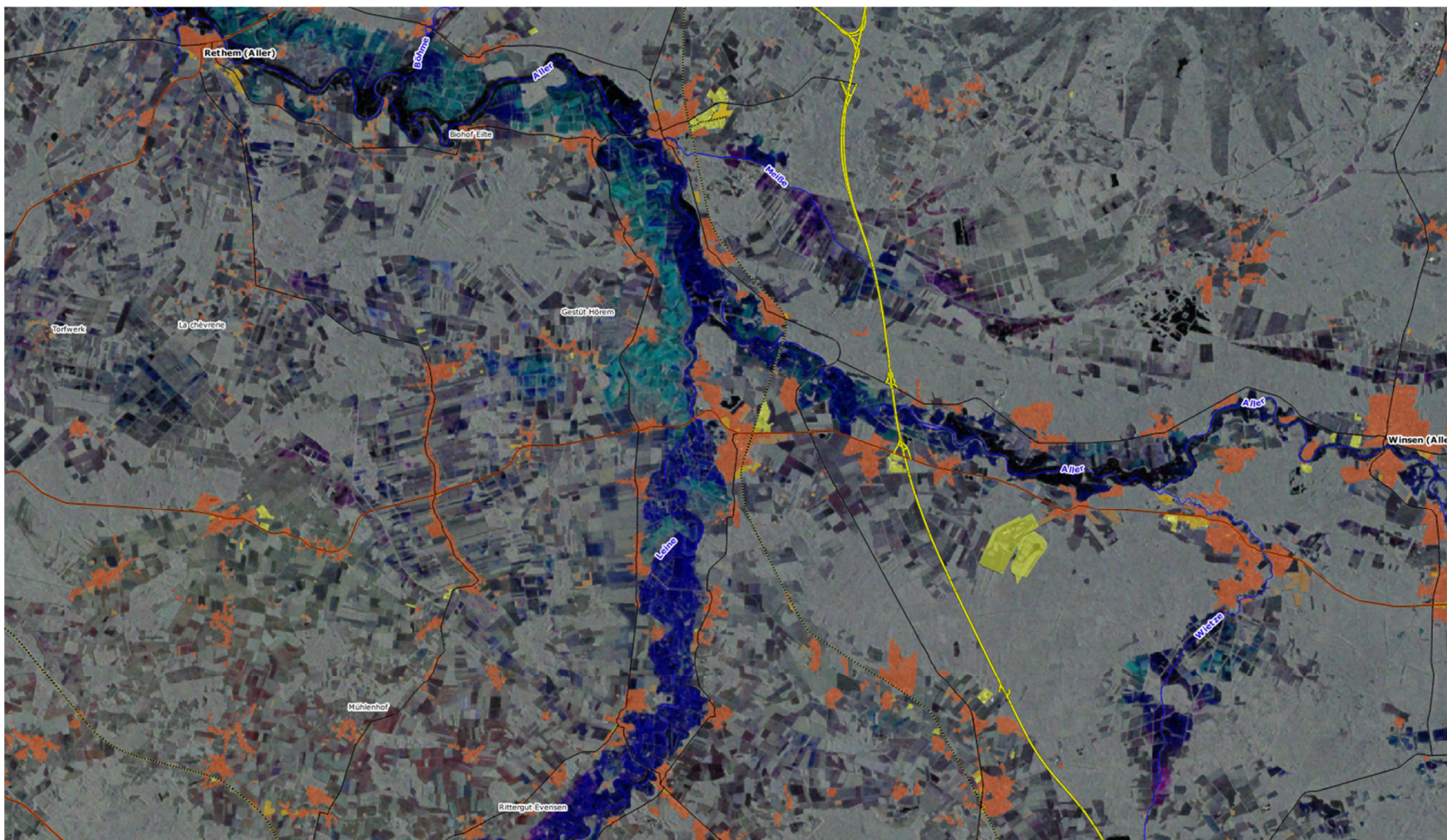
En color turquesa aparecen las zonas que no se inundaron el 13 y 25 de diciembre, pero sí el 6 de enero. El color es una mezcla de azul y verde.

Es importante mencionar en este punto que los datos satelitales de radar son particularmente adecuados para estudios de series temporales porque los datos se recopilan desde el mismo ángulo con la misma energía para cada sobrevuelo. La señal penetra libremente en la atmósfera y la situación de iluminación tampoco influye en la calidad del registro.

Así vemos los cambios en la superficie y podemos utilizar registro de datos por registro para nuestras evaluaciones.

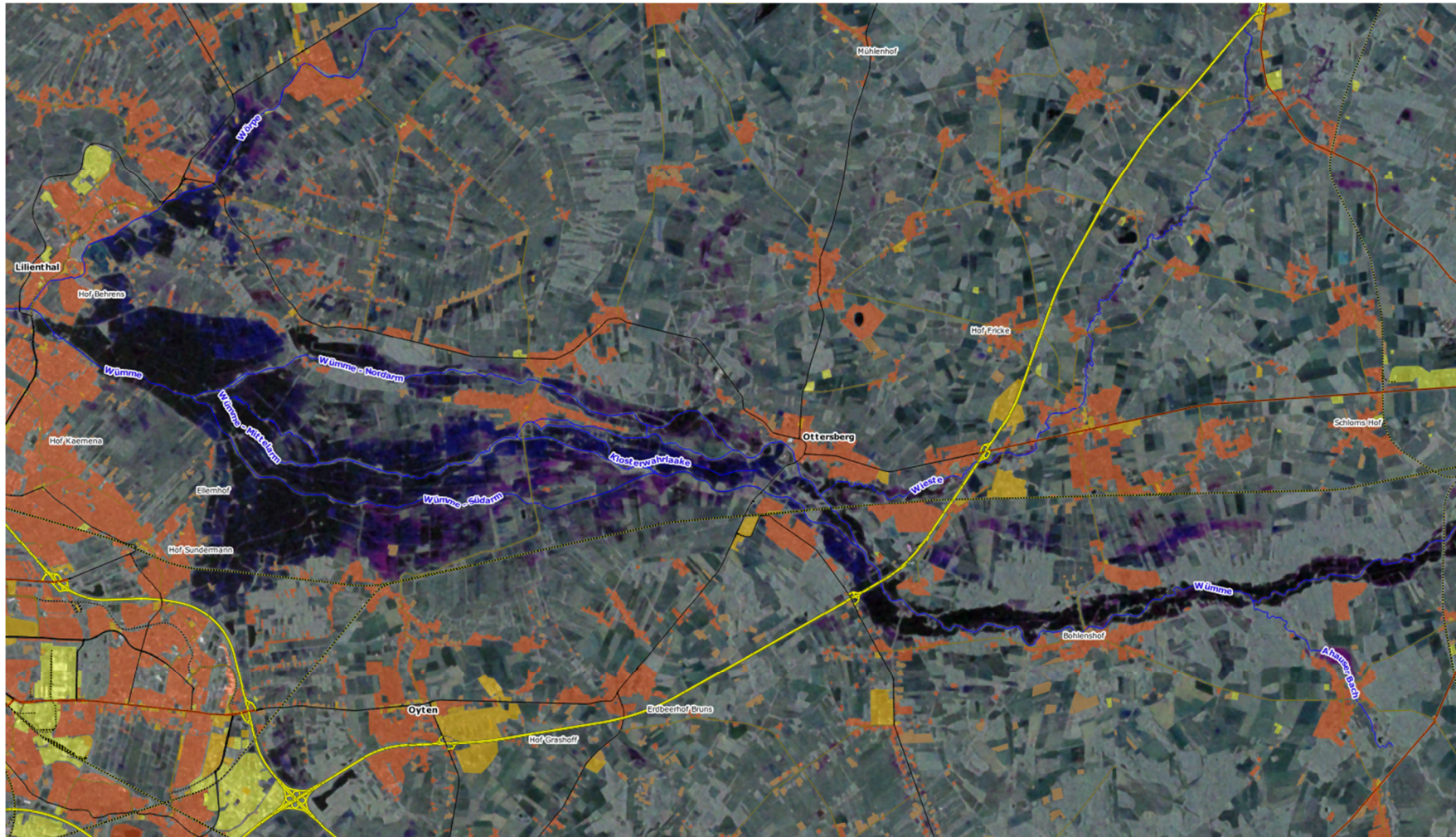
La observación de los cambios es el enfoque básico de la teledetección. Antes de que podamos comenzar a cuantificar las mediciones, debemos ser capaces de representar e interpretar los cambios espaciales y temporales relativos.

La siguiente fotografía muestra la zona cercana a la desembocadura de Leine y Aller. La combinación de colores vuelve a ser la misma, con áreas que aparecen en negro que ya estaban inundadas el 13 de diciembre y todavía lo están el 6 de enero. Esto se refiere a áreas en las inmediaciones del río que no se inundan con niveles normales de agua.

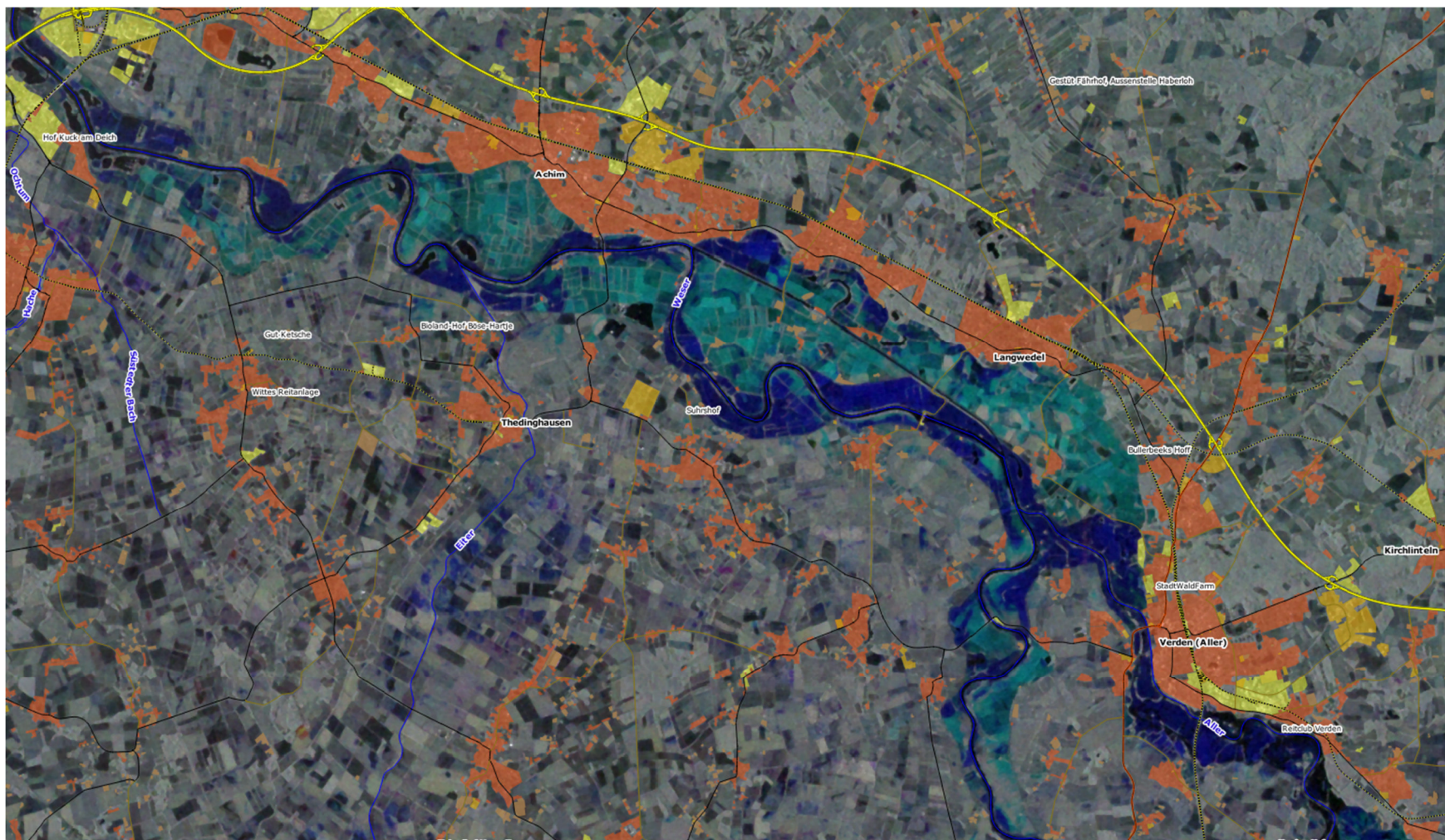


La foto de abajo procede de la zona al este de Bremen, en el barrio Lilienthal. Allí se pueden ver grandes áreas que se inundaron en las tres imágenes, ya que se muestran en negro.

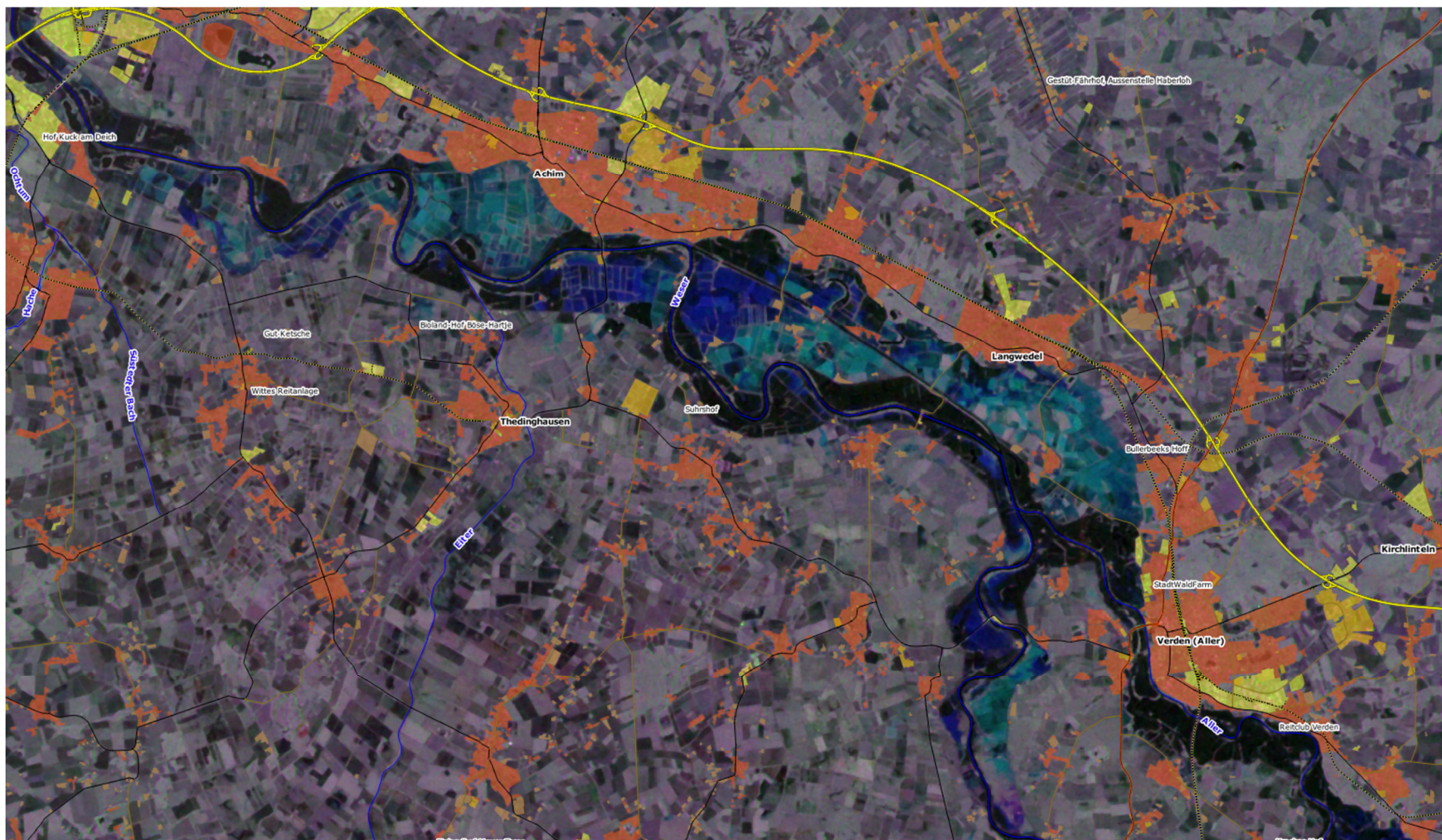
También en este caso el azul oscuro se inundó en Navidad y después de Año Nuevo, pero todavía no el 13 de diciembre. En rosa vemos las zonas que aún no estaban inundadas el 13 de diciembre y donde el agua ya se había escurrido después del Año Nuevo.



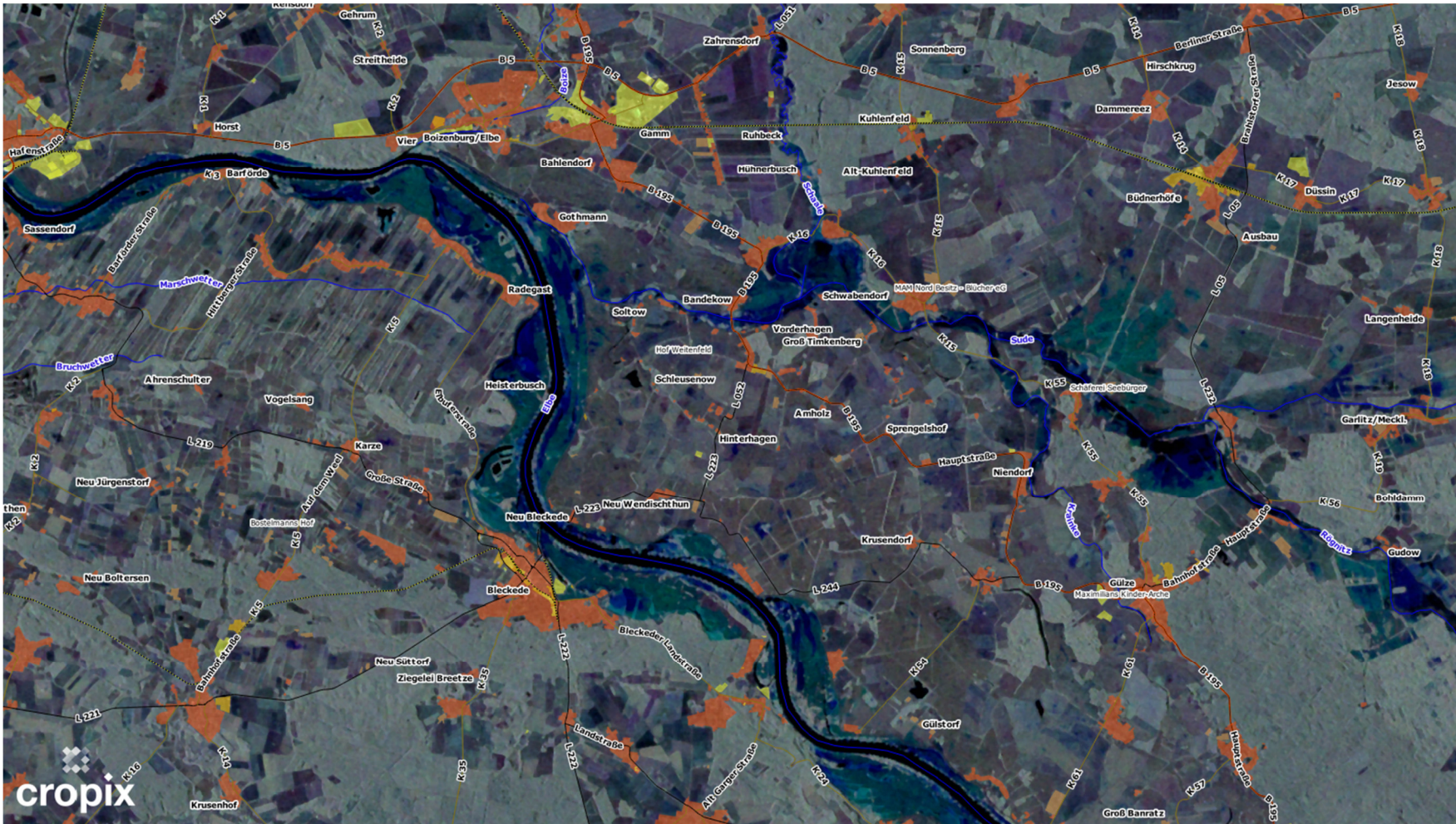
Otro ejemplo muestra la zona de confluencia de los ríos Aller y Weser. Vemos inundaciones generalizadas después del 13 de diciembre y cada vez más graves después de Navidad.



El siguiente registro ahora muestra la misma región que el registro anterior. Sin embargo, aquí se combinaron otras tres tomas en una sola imagen. La imagen representa los registros del 25 de diciembre, 27 de diciembre y 6 de enero. Todo lo que ya estaba inundado el 25 de diciembre y todavía está inundado el 6 de enero aparece en negro. En azul vemos lo que no se inundó el 25 de diciembre pero sí el 27 de diciembre. En turquesa vemos qué más se inundó entre el 27 de diciembre y el 6 de enero.



Por último, una toma al este de Lauenburg, a orillas del Elba. También aquí se puede ver claramente en color el curso de la inundación.



Las evaluaciones muestran que los datos del radar Sentinel-1 son la única manera de llevar a cabo el monitoreo de inundaciones en un área grande y de manera oportuna con una calidad constante. No es sólo una posibilidad, sino la única manera de documentar el curso de la inundación y la duración del agua, estimar los daños y desarrollar estrategias para evitarlo.