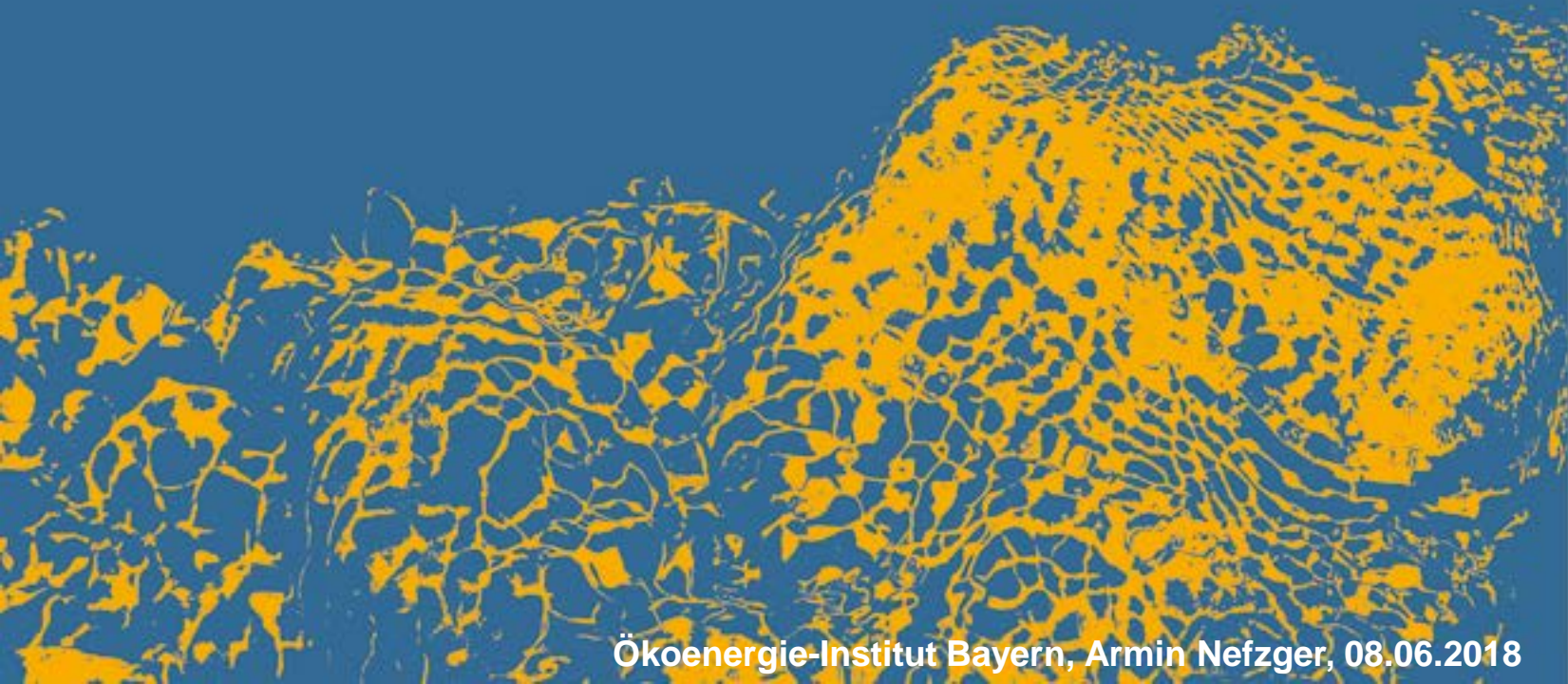




# Simulation von Windenergieanlagen in der Landschaft

Webanwendung „3D-Analyse“ im Energie-Atlas Bayern



## Anlass

- Energiewende - Ausbau erneuerbarer Energien





## Anlass

- Energiewende - Ausbau erneuerbarer Energien





### Anlass und Ziel

- Dimension und Wirkung geplanter Windenergieanlagen (WEA) vor Ort schwer vorstellbar:
  - Wie würden geplante WEA im Landschaftsbild aussehen?
  - Von welchen Standorten aus wären die WEA komplett oder teilweise zu sehen (Sichtbeziehungen)?

→ Diskussionen daher sehr hypothetisch und emotional
- Abhilfe durch Simulation (Visualisierung)
  - virtuelles Bild der Realität zeichnen
  - Eindruck verschaffen

→ Versachlichung von Beginn der Planungen an (Bürgerbeteiligung)
- Besonderheit: bayernweiter Ansatz (Frage: was ist möglich?)



# Anforderungen an die Lösung

- Webanwendung
  - frei nutzbar (kostenfrei, alle Nutzergruppen)
- 3D-Visualisierung von WEA im Landschaftsbild:
  - möglichst realitätsnah (Landschaftseindruck / Größenverhältnisse, Sichtbeziehungen)
  - bayernweit einheitlich, vergleichbar
  - flächendeckend, dynamisch, interaktiv
  - objektiv, neutral (projektunabhängig)
- Optionale Funktionalitäten:
  - Distanzmessung
  - Schattenwurfsimulation
  - Sichtbarkeitsanalyse

## Ergebnis: „3D-Analyse“

- Webanwendung



- Vergabe → extern umgesetzt durch 3D RealityMaps GmbH



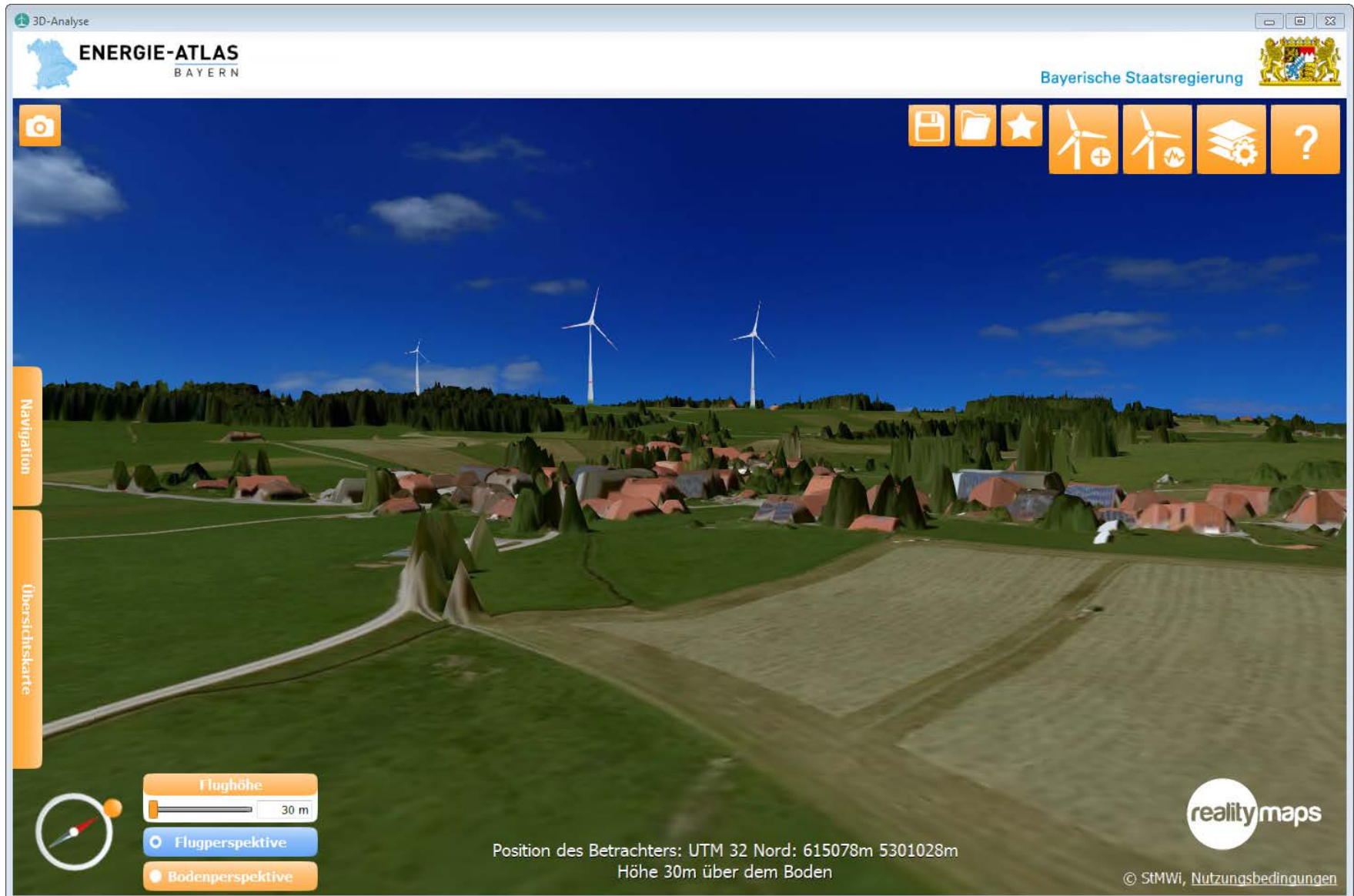
- Eingebunden in den Energie-Atlas Bayern



→ Einstieg über den Kartenteil

→ Anwendung selbst ist externer 3D-Viewer

- Dezember 2017: Veröffentlichung in dritter Version





## Client-Server-Anwendung

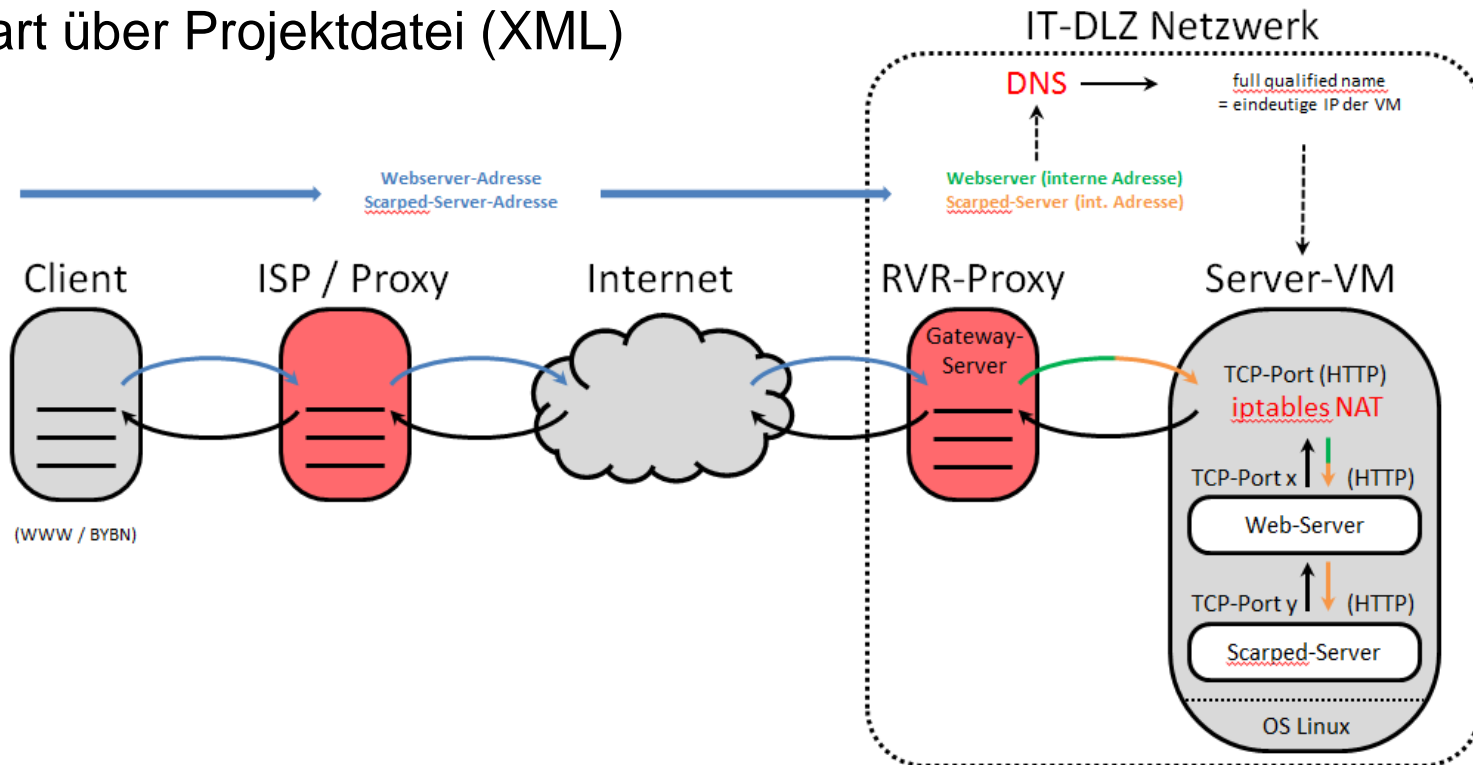
- Client:
  - Software: proprietär, Benutzeroberfläche mittels Qt5 Framework
  - für Windows und Mac (keine mobilen Geräte)
  - lokale Installation nötig (für bestehenden Funktionsumfang rein Browser-basiert **noch** nicht umsetzbar)
- Server:
  - im IT-DLZ (Rechenzentrum des Freistaats) im BYBN
  - eigenständige Linux-VirtualMachine
  - Software: a) Proprietärer Scarped-Server (stellt alle Hintergrund-funktionalitäten und Streaming-Daten bereit)  
b) Apache Webserver (stellt Setup- und Konfigurations-dateien, HTML-Inhalte und ergänzende Dokumente bereit)





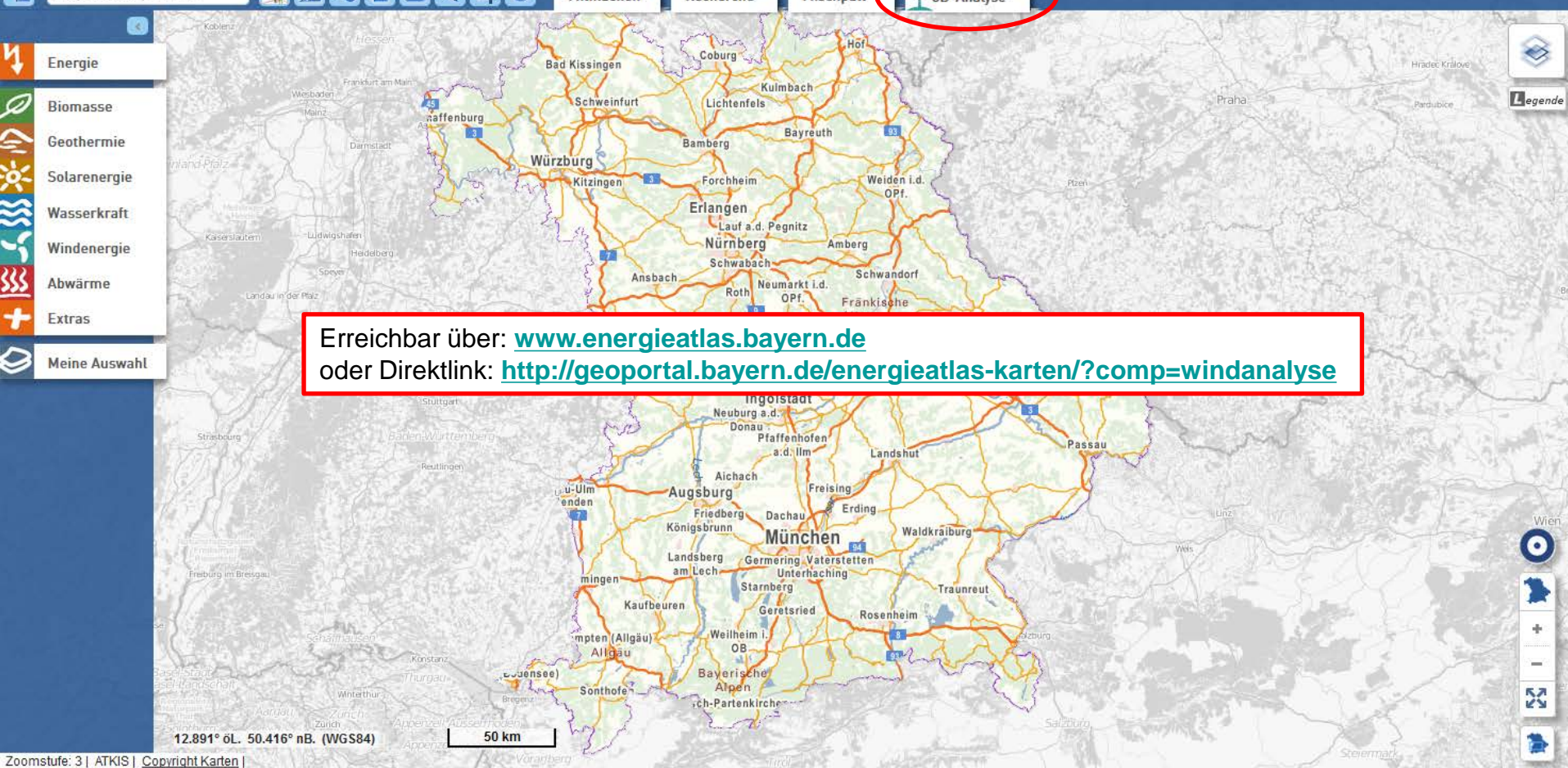
## Client-Server-Kommunikation

- Start über Internet-Portal „Energie-Atlas Bayern“ (Kartenteil):  
- Klick in Karte, Koordinatenübergabe und Aufruf der 3D-Analyse oder
- Start über Projektdatei (XML)



## Datengrundlagen

- Amtliche Daten (kostenpflichtig)
- Digitales Oberflächenmodell (DOM, Laserscan-Daten, 1 m, first-pulse)
  - extra und einmalig prozessiert
  - keine Fehlerbereinigung (enthält Peaks, Ausnahme: im Verlauf von Hochspannungsleitungen)
  - bisher keine Aktualisierung
  - Test zur Optimierung mit texturiertem bDOM → besser, aber Kosten!
- Digitales Geländemodell (DGM 5 m)
- Digitale Orthophotos (40 cm)
- ATKIS, Orts- und Gewässernamen
- WFS-/WMS-/WMTS-Dienste (z. B. Bestandsanlagen wochenaktuell, Windgeschwindigkeit, zoombare Übersichtskarte)



Erreichbar über: [www.energieatlas.bayern.de](http://www.energieatlas.bayern.de)

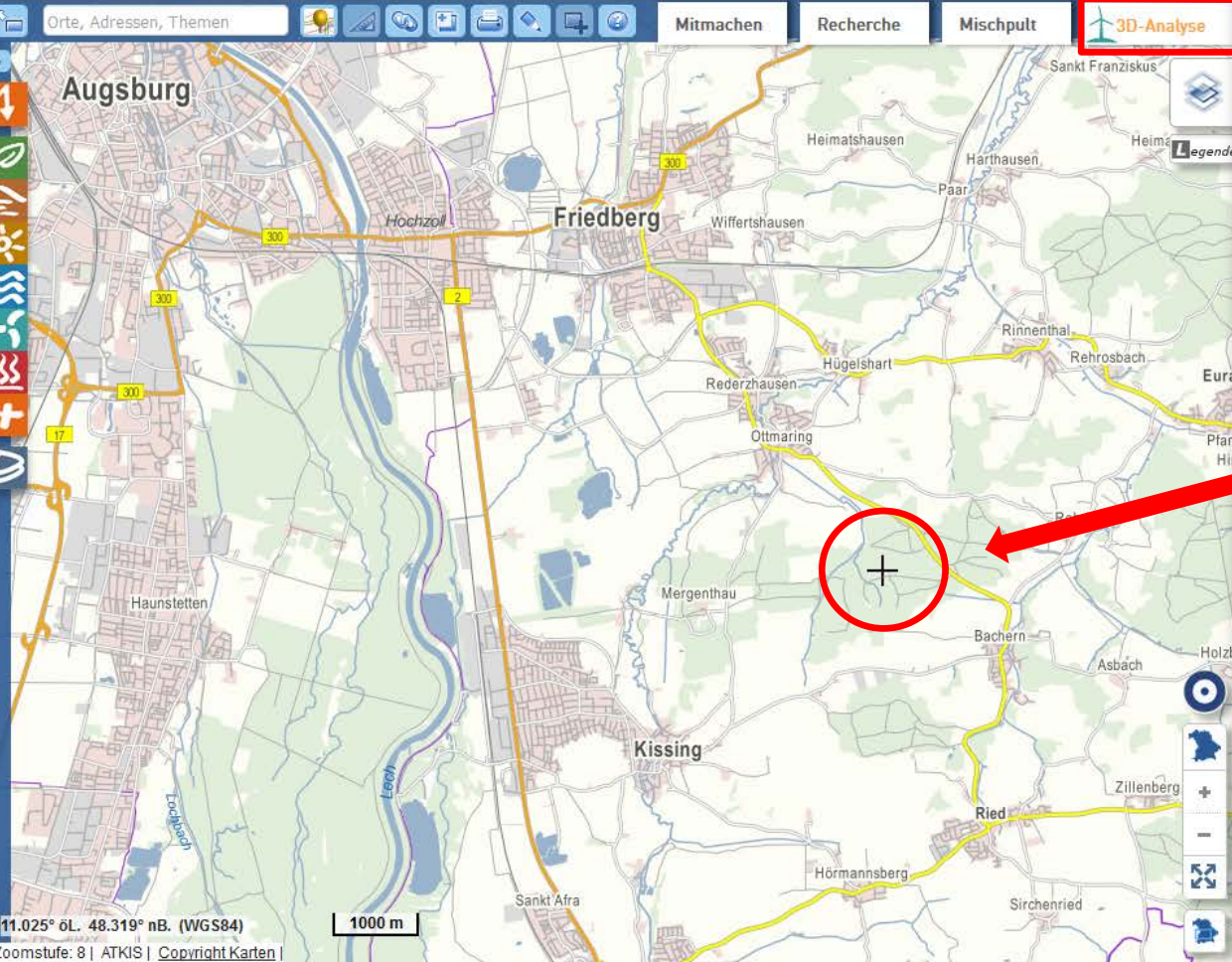
oder Direktlink: <http://geoportal.bayern.de/energieatlas-karten/?comp=windanalyse>

12.891° öL, 50.416° nB, (WGS84)

50 km

Zoomstufe: 3 | ATKIS | Copyright Karten |





**3D-Analyse**

Mit der 3D-Analyse können Sie sich in einer 3D-Landschaft Bayerns frei bewegen, Windenergieanlagen (WEA) setzen und aus beliebiger Perspektive betrachten. So erhalten Sie einen Eindruck von den Auswirkungen auf das Landschaftsbild und von der Sichtbarkeit der Anlagen.

Weitere Infos finden Sie in der [Hilfe zur „3D-Analyse von Windrädern“](#).

Starten Sie die 3D-Analyse in 3 Schritten:

- **Schritt 1: Installation (nur einmalig erforderlich)**
- **Schritt 2: Bereich in der Karte wählen**
- **Schritt 3: 3D-Gebiet festlegen**

**3D-Gebiet festlegen (Anwendung starten)**

**Hinweis:**  
Pop-ups im Browser erlaubt?  
Bitte das Öffnen von Pop-up-Fenstern für [geoportal.bayern.de](#) zulassen.



## 3D-Projektgebiet



Quelle: Energie-Atlas Bayern, © StMWi







3D-Analyse

**ENERGIE-ATLAS**  
BAYERN

Navigation

Übersichtskarte

Flughöhe  
30 m

Flugperspektive

Bodenperspektive

Position des Betrachters: UTM 32 Nord: 615078m 5301028m  
Höhe 30m über dem Boden

realitymaps

© StMWi, Nutzungsbedingungen

**Bestandsanlagen**

**Button „WEA Platzierung“**

**WEA setzen**

Für das Setzen von WEA sind gewisse Abstandsbereiche um Siedlungen ausgenommen (vgl. „Wichtige Hinweise“). Mögliche Standortflächen sind als „grüne Flächen“ über die Ansichtseinstellungen ein-/ausblendbar.

Zum Setzen einer WEA:

1. Button „Neue WEA setzen“ drücken,
2. mit der Maus den Standort in der Landschaft wählen,
3. durch Klick mit der linken Maustaste WEA absetzen.

**Neue WEA setzen**

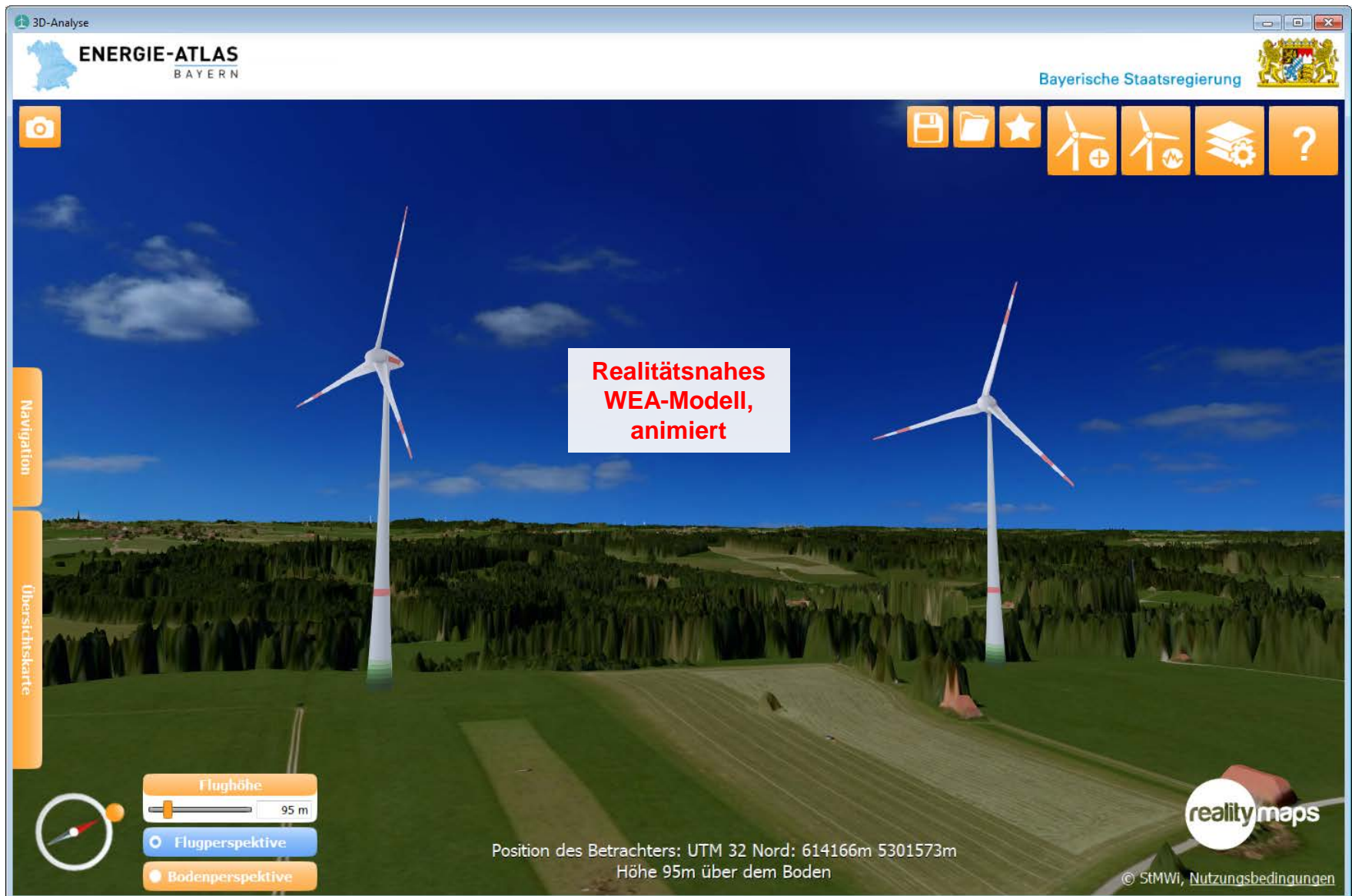
**WEA im Projektgebiet:**

- Ollarzried G
- Reinhardtsried A
- Ronsberg A
- Untrasried A
- Untrasried B
- Warmisried A
- Warmisried B
- Wildpoldsried A

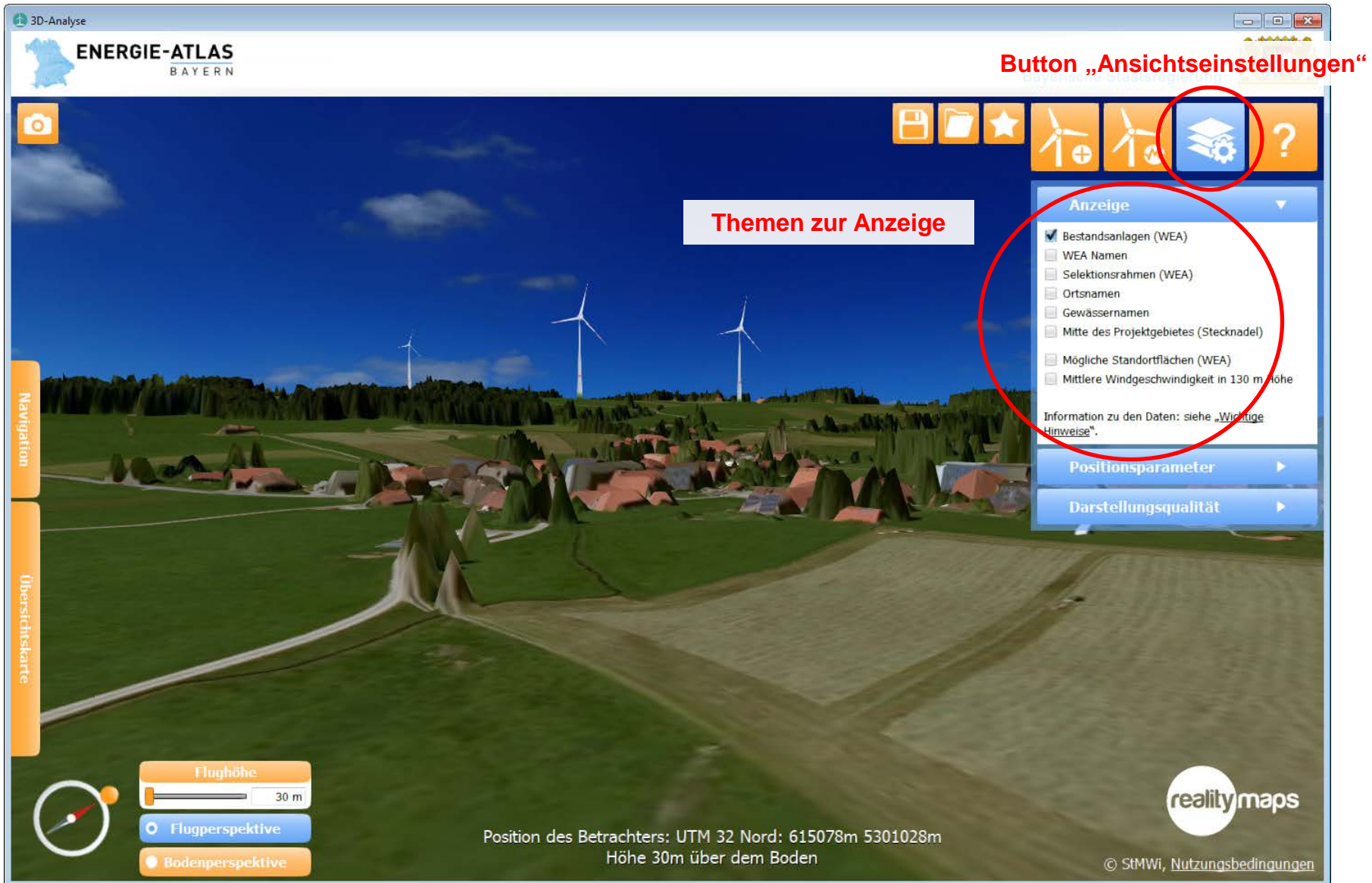
**WEA-Eigenschaften**

**Windeinstellungen**

**3D-Landschaftsmodell**







3D-Analyse

ENERGIE-ATLAS  
BAYERN

Navigation

Übersichtskarte

Flughöhe  
30 m

Flugperspektive

Bodenperspektive

Position des Betrachters: UTM 32 Nord: 615078m 5301028m  
Höhe 30m über dem Boden

realitymaps

© StMWi, Nutzungsbedingungen

Button „Ansichtseinstellungen“

Themen zur Anzeige

Anzeige

- ☒ Bestandsanlagen (WEA)
- ☐ WEA Namen
- ☐ Selektionsrahmen (WEA)
- ☐ Ortsnamen
- ☐ Gewässernamen
- ☐ Mitte des Projektgebietes (Stecknadel)
- ☐ Mögliche Standortflächen (WEA)
- ☐ Mittlere Windgeschwindigkeit in 130 m Höhe

Information zu den Daten: siehe „Wichtige Hinweise“.

Positionsparameter

Darstellungsqualität

**ENERGIE-ATLAS BAYERN**

3D-Analyse

**Button „WEA Platzierung“**

**Mögliche Standortflächen (grün)**

**Button „Neue WEA setzen“**

**WEA setzen**

Für das Setzen von WEA sind gewisse Abstandsbereiche um Siedlungen ausgenommen (vgl. „Wichtige Hinweise“). Mögliche Standortflächen sind als „grüne Flächen“ über die [Ansichtseinstellungen](#) ein-/ausblendbar.

Zum Setzen einer WEA:

1. Button „Neue WEA setzen“ drücken,
2. mit der Maus den Standort in der Landschaft wählen,
3. durch Klick mit der linken Maustaste WEA absetzen.

**Neue WEA setzen**

**WEA im Projektgebiet:**

Ollarzried G	↶
Reinhardsried A	↶
Ronsberg A	↶
Untrasried A	↶
Untrasried B	↶
Warmisried A	↶
Warmisried B	↶
Wildpoldsried A	↶

**WEA Eigenschaften**

**Windeinstellungen**

Navigation

Übersichtskarte

Flughöhe: 324 m

Flugperspektive

Bodenperspektive

Position des Betrachters: UTM 32 Nord: 615073m 5301148m  
Höhe 324m über dem Boden

realitymaps

© StMWi, Nutzungsbedingungen



3D-Analyse

**ENERGIE-ATLAS**  
BAYERN

Die WEA kann hier nicht platziert werden.  
- Dieser Standort liegt außerhalb der möglichen Standortflächen.

**Button „WEA Platzierung“**

**WEA setzen in 3D-Ansicht**

**WEA setzen**

Für das Setzen von WEA sind gewisse Abstandsbereiche um Siedlungen ausgenommen (vgl. „Wichtige Hinweise“). Mögliche Standortflächen sind als „grüne Flächen“ über die Ansichtseinstellungen ein-/ausblendbar.

Zum Setzen einer WEA:

1. Button „Neue WEA setzen“ drücken,
2. mit der Maus den Standort in der Landschaft wählen,
3. durch Klick mit der linken Maustaste WEA absetzen.

**Abbrechen**

**WEA im Projektgebiet:**

Friesenried C	
Günzach A	
Günzach B	
Haldenwang A	
Kraftsried C	
Köngetried A	
Köngetried B	
<b>Neue WEA 1</b>	<b>+</b>

**WEA Eigenschaften**

Name: Neue WEA 1

Nabenhöhe: 45 150 [m]

Rotordurchmesser: 68 150 [m]

Gesamthöhe: 199 m

Navigation

Übersichtskarte

Flughöhe: 324 m

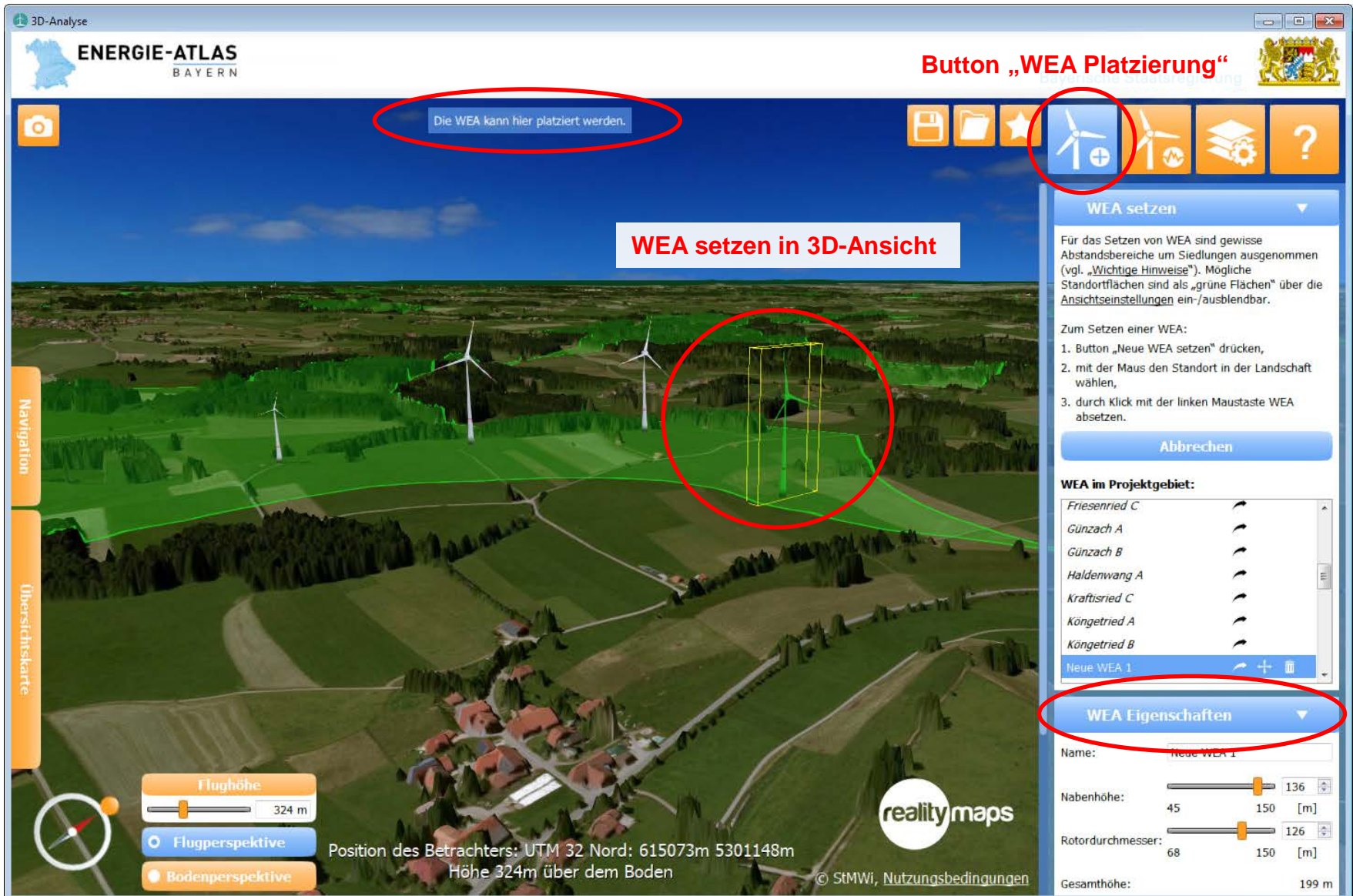
Flugperspektive

Bodenperspektive

Position des Betrachters: UTM 32 Nord: 615073m 5301148m  
Höhe 324m über dem Boden

realitymaps

© StMWi, Nutzungsbedingungen



**ENERGIE-ATLAS BAYERN**

3D-Analyse

Die WEA kann hier platziert werden.

**Button „WEA Platzierung“**

**WEA setzen in 3D-Ansicht**

**WEA setzen**

Für das Setzen von WEA sind gewisse Abstandsbereiche um Siedlungen ausgenommen (vgl. „Wichtige Hinweise“). Mögliche Standortflächen sind als „grüne Flächen“ über die Ansichtseinstellungen ein-/ausblendbar.

Zum Setzen einer WEA:

1. Button „Neue WEA setzen“ drücken,
2. mit der Maus den Standort in der Landschaft wählen,
3. durch Klick mit der linken Maustaste WEA absetzen.

**Abbrechen**

**WEA im Projektgebiet:**

- Friesenried C
- Günzach A
- Günzach B
- Haldenwang A
- Kraftsried C
- Köngetried A
- Köngetried B
- Neue WEA 1

**WEA Eigenschaften**

Name: Neue WEA 1

Nabenhöhe: 45 150 [m]

Rotordurchmesser: 68 150 [m]

Gesamthöhe: 199 m

Flughöhe: 324 m

Flugperspektive

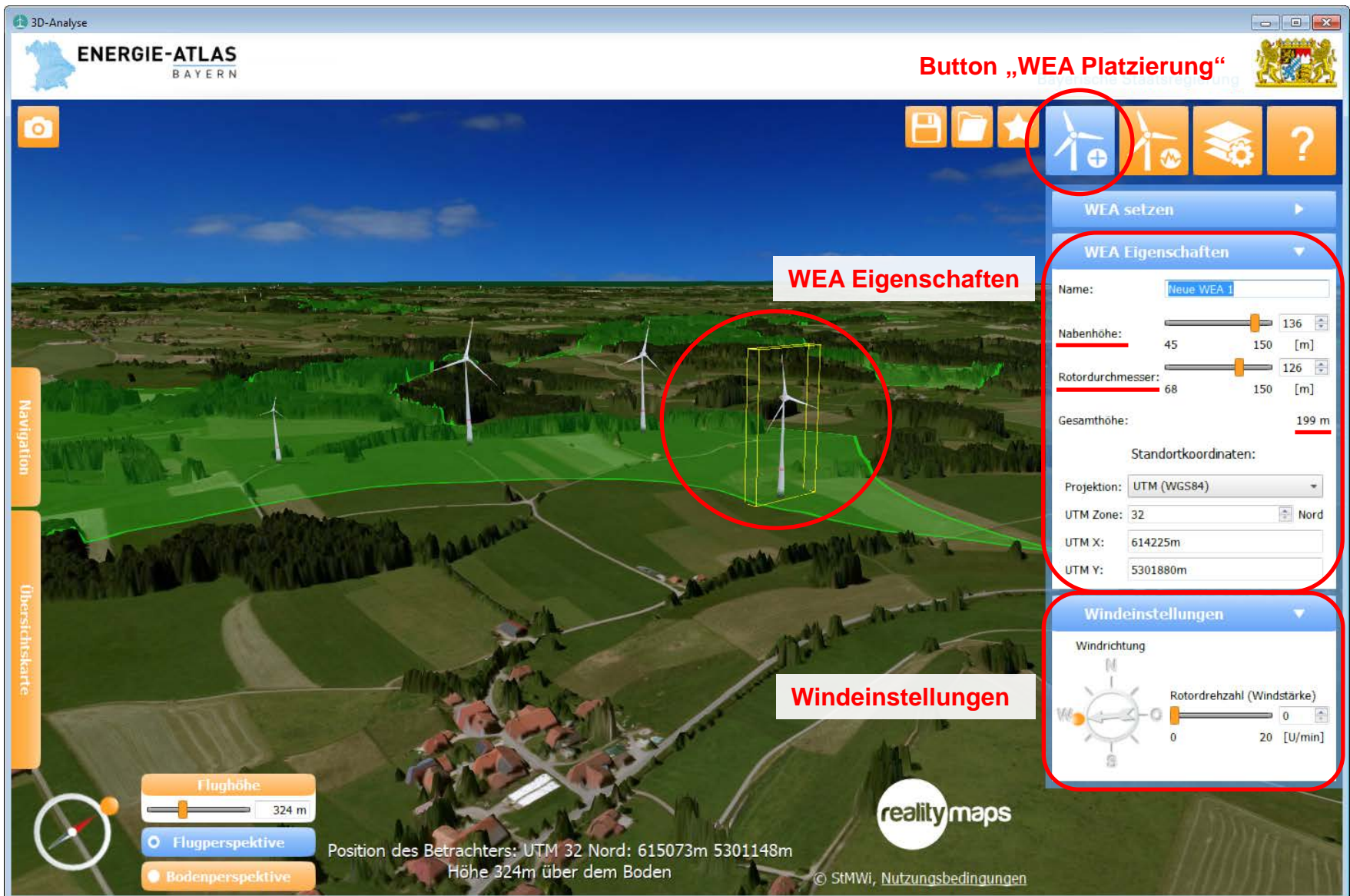
Bodenperspektive

Position des Betrachters: UTM 32 Nord: 615073m 5301148m  
Höhe 324m über dem Boden

realitymaps

© StMWi, Nutzungsbedingungen





3D-Analyse

ENERGIE-ATLAS  
BAYERN

Navigation

Übersichtskarte

Flughöhe  
324 m

Flugperspektive

Bodenperspektive

Position des Betrachters: UTM 32 Nord: 615073m 5301148m  
Höhe 324m über dem Boden

realitymaps

© StMWi, Nutzungsbedingungen

Button „WEA Platzierung“

WEA setzen

WEA Eigenschaften

Name: Neue WEA 1

Nabenhöhe: 45 150 [m]

Rotordurchmesser: 68 150 [m]

Gesamthöhe: 199 m

Standortkoordinaten:

Projektion: UTM (WGS84)

UTM Zone: 32 Nord

UTM X: 614225m

UTM Y: 5301880m

Windeinstellungen

Windrichtung

Rotordrehzahl (Windstärke): 0 20 [U/min]







3D-Analyse

**ENERGIE-ATLAS**  
BAYERN

Navigation

Übersichtskarte

Flughöhe  
30 m

Flugperspektive  
Bodenperspektive

Position des Betrachters: UTM 32 Nord: 615078m 5301028m  
Höhe 30m über dem Boden

realitymaps

© StMWi, Nutzungsbedingungen

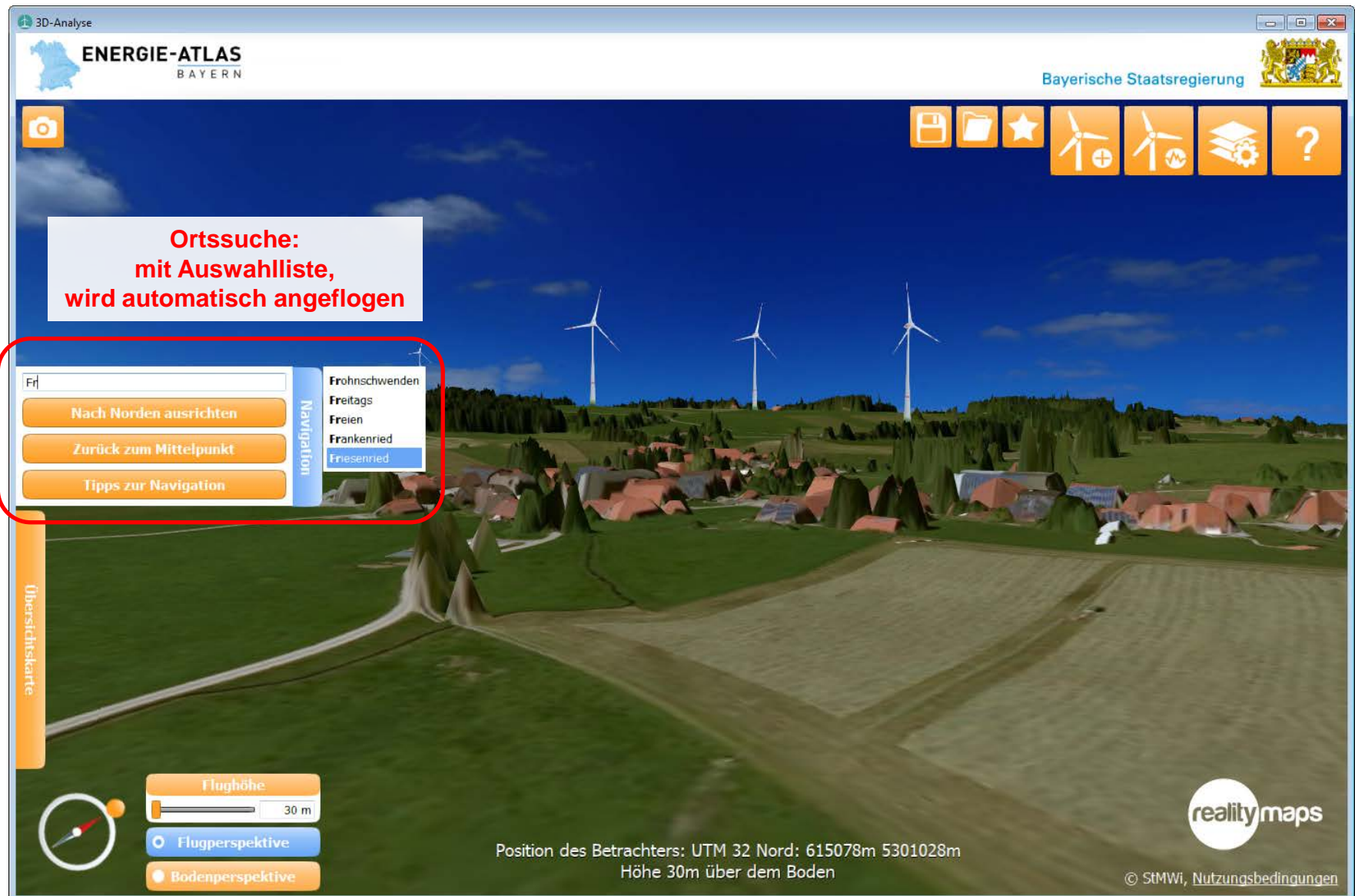
Button „Ansichten verwalten“

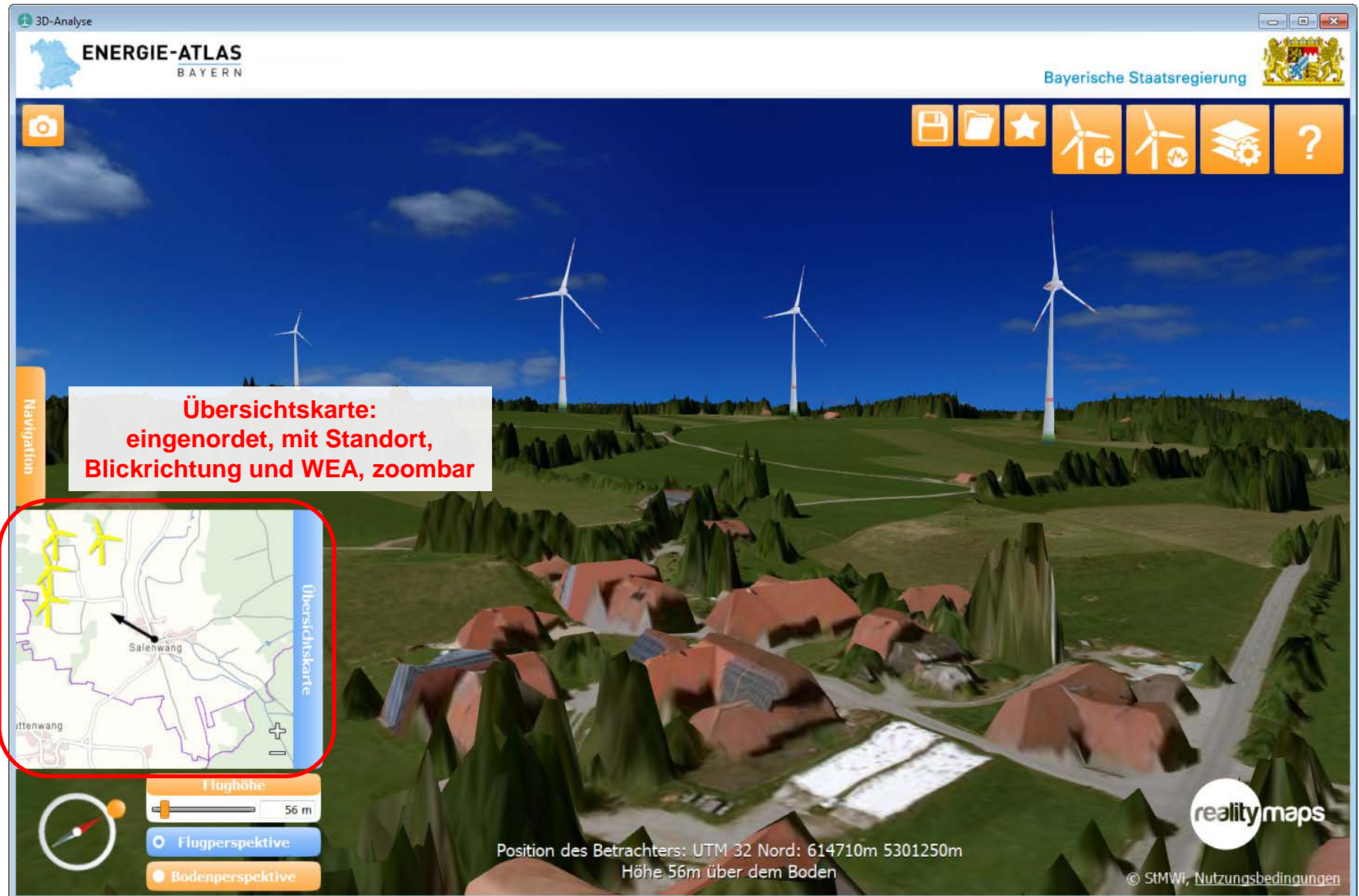
Speichern räumlicher  
Lesezeichen  
(Ansichtsperspektiven)

Aktuelle Betrachteransicht speichern

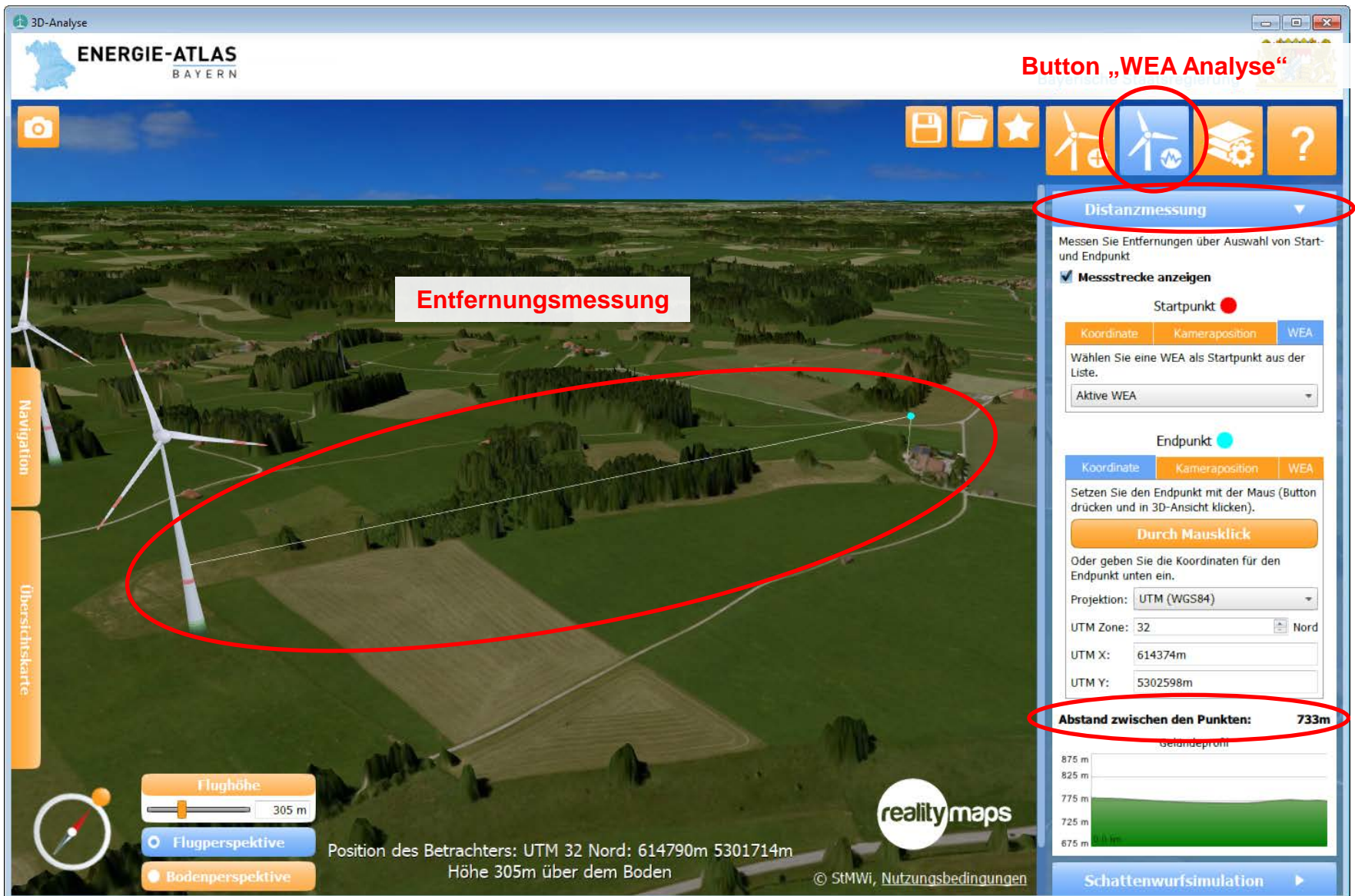
Übersicht	
WEA setzen	
Übersichtskarte	
Perspektive 1	
Perspektive 2	
Flug 1	
Boden 1	
Flug 2	
Boden 2	
Flug 3	
Boden 3	
Distanz 1	
Distanz 2	
Schatten kurz	
Schatten lang	
Sichtbarkeit	
Projektgebiet	
WEA-Modell	











**ENERGIE-ATLAS BAYERN**

3D-Analyse

Navigation

Übersichtskarte

Flughöhe: 305 m

Flugperspektive

Bodenperspektive

Position des Betrachters: UTM 32 Nord: 614790m 5301714m  
Höhe 305m über dem Boden

© StMWi, Nutzungsbedingungen

realitymaps

**Button „WEA Analyse“**

**Entfernungsmessung**

**Distanzmessung**

Messen Sie Entfernungen über Auswahl von Start- und Endpunkt

☒ Messstrecke anzeigen

Startpunkt

Koordinate | Kameraposition | **WEA**

Wählen Sie eine WEA als Startpunkt aus der Liste.

Aktive WEA

Endpunkt

Koordinate | Kameraposition | **WEA**

Setzen Sie den Endpunkt mit der Maus (Button drücken und in 3D-Ansicht klicken).

**Durch Mausklick**

Oder geben Sie die Koordinaten für den Endpunkt unten ein.

Projektion: UTM (WGS84)

UTM Zone: 32 Nord

UTM X: 614374m

UTM Y: 5302598m

**Abstand zwischen den Punkten: 733m**

Geländeprofil

Schattenwurfsimulation



3D-Analyse

ENERGIE-ATLAS  
BAYERN

Schattenwurfsimulation  
(Sommer, vormittags)

Button „WEA Analyse“

Schattenwurfsimulation

Lassen Sie sich den Schattenwurf der WEAs anzeigen.

☒ Schatten anzeigen

Datum: 01.06.2017

Tageszeit: 10:30:00

Sichtbarkeitsanalyse

Flughöhe: 323 m

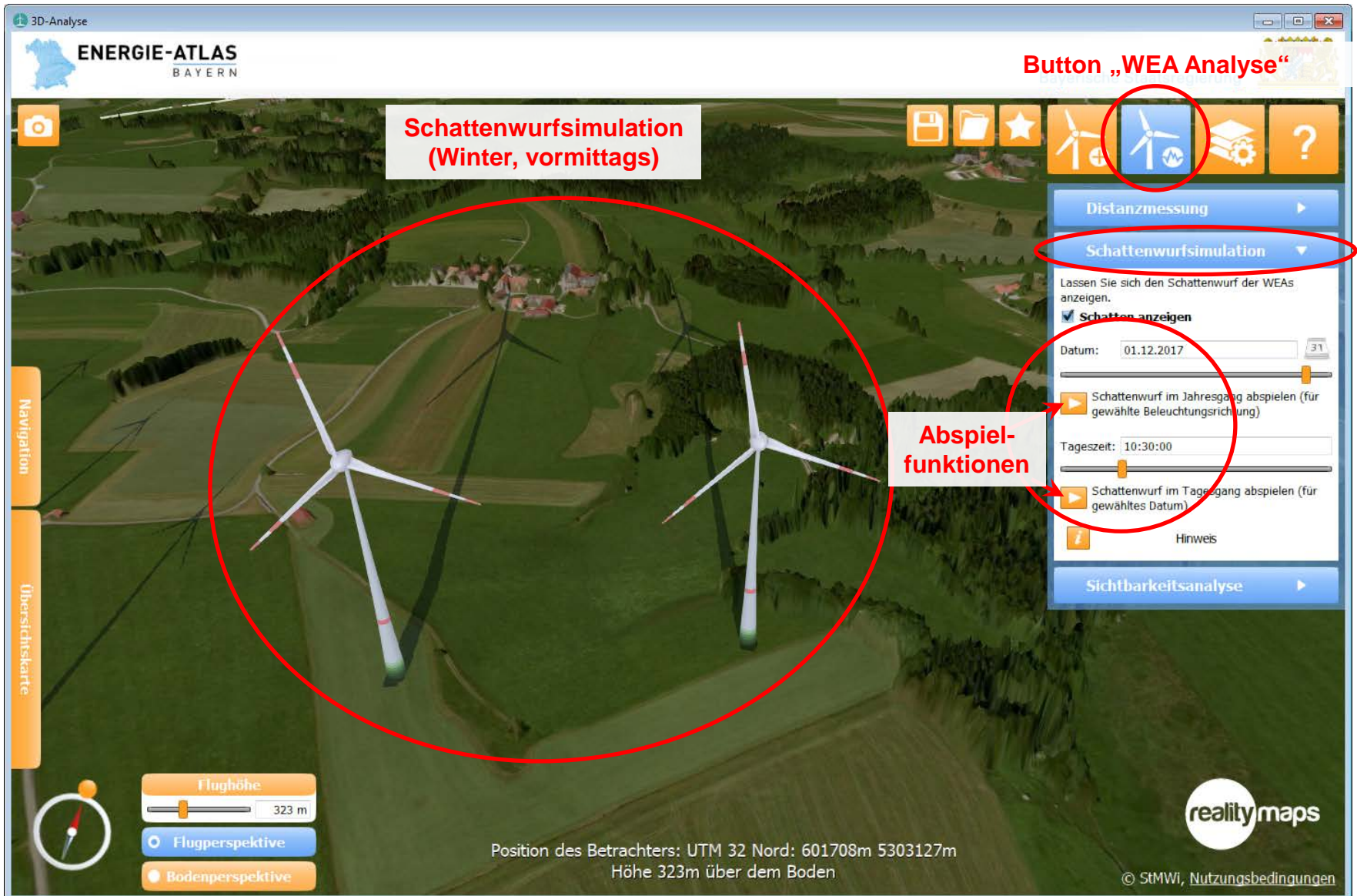
Flugperspektive

Bodenperspektive

Position des Betrachters: UTM 32 Nord: 601708m 5303127m  
Höhe 323m über dem Boden

realitymaps

© StMWi, Nutzungsbedingungen



3D-Analyse

ENERGIE-ATLAS  
BAYERN

Schattenwurfsimulation  
(Winter, vormittags)

Button „WEA Analyse“

Abspiel-funktionen

Distanzmessung

Schattenwurfsimulation

Lassen Sie sich den Schattenwurf der WEAs anzeigen.

☒ Schatten anzeigen

Datum: 01.12.2017

Tageszeit: 10:30:00

Sichtbarkeitsanalyse

Flughöhe: 323 m

Flugperspektive

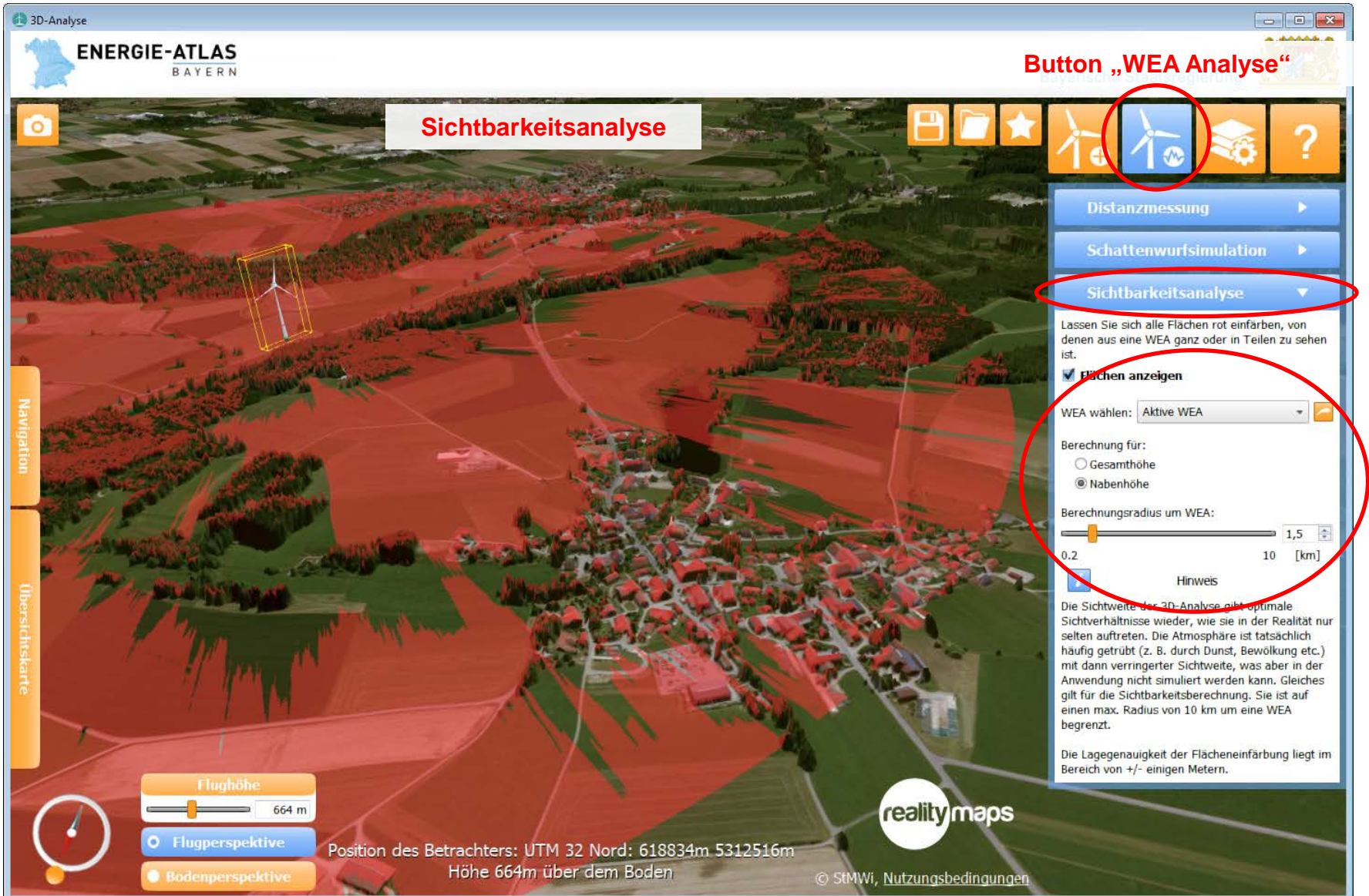
Bodenperspektive

Position des Betrachters: UTM 32 Nord: 601708m 5303127m  
Höhe 323m über dem Boden

realitymaps

© StMWi, Nutzungsbedingungen





The screenshot displays the 'ENERGIE-ATLAS BAYERN' 3D-Analyse software interface. The main view shows a 3D landscape simulation with a wind turbine model placed on a hill. The terrain is colored red, indicating areas affected by the visibility analysis. A white box labeled 'Sichtbarkeitsanalyse' is overlaid on the landscape. The interface includes a top menu bar with icons for file operations and analysis tools. A red circle highlights the 'WEA Analyse' button in the top menu. Another red circle highlights the 'Sichtbarkeitsanalyse' button in the right-hand menu. Below the 'Sichtbarkeitsanalyse' button, there is a section for configuring the analysis, including a checkbox for 'Flächen anzeigen', a dropdown for 'WEA wählen: Aktive WEA', and radio buttons for 'Gesamthöhe' and 'Nabenhöhe'. A slider for 'Berechnungsradius um WEA:' is set to 1,5 km. A 'Hinweis' section provides additional information about the simulation's accuracy and limitations. The bottom of the interface shows navigation controls, a flight height slider set to 664 m, and a position display: 'Position des Betrachters: UTM 32 Nord: 618834m 5312516m Höhe 664m über dem Boden'. The 'realitymaps' logo and '© StMWi, Nutzungsbedingungen' are also visible.

3D-Analyse

ENERGIE-ATLAS  
BAYERN

Sichtbarkeitsanalyse

Button „WEA Analyse“

Distanzmessung

Schattenwurfsimulation

Sichtbarkeitsanalyse

Lassen Sie sich alle Flächen rot einfärben, von denen aus eine WEA ganz oder in Teilen zu sehen ist.

☒ Flächen anzeigen

WEA wählen: Aktive WEA

Berechnung für:

☐ Gesamthöhe

☒ Nabenhöhe

Berechnungsradius um WEA:

0,2 1,5 10 [km]

Hinweis

Die Sichtweite der 3D-Analyse gibt optimale Sichtverhältnisse wieder, wie sie in der Realität nur selten auftreten. Die Atmosphäre ist tatsächlich häufig getrübt (z. B. durch Dunst, Bewölkung etc.) mit dann verringerter Sichtweite, was aber in der Anwendung nicht simuliert werden kann. Gleiches gilt für die Sichtbarkeitsberechnung. Sie ist auf einen max. Radius von 10 km um eine WEA begrenzt.

Die Lagegenauigkeit der Flächeneinfärbung liegt im Bereich von +/- einigen Metern.

Navigation

Übersichtskarte

Flughöhe

664 m

Flugperspektive

Bodenperspektive

Position des Betrachters: UTM 32 Nord: 618834m 5312516m  
Höhe 664m über dem Boden

realitymaps

© StMWi, Nutzungsbedingungen



## Realität und Simulation im Vergleich

Foto



Quelle / © : Bayerisches Landesamt für Umwelt

3D-Analyse



Quelle: Energie-Atlas Bayern, © StMWi



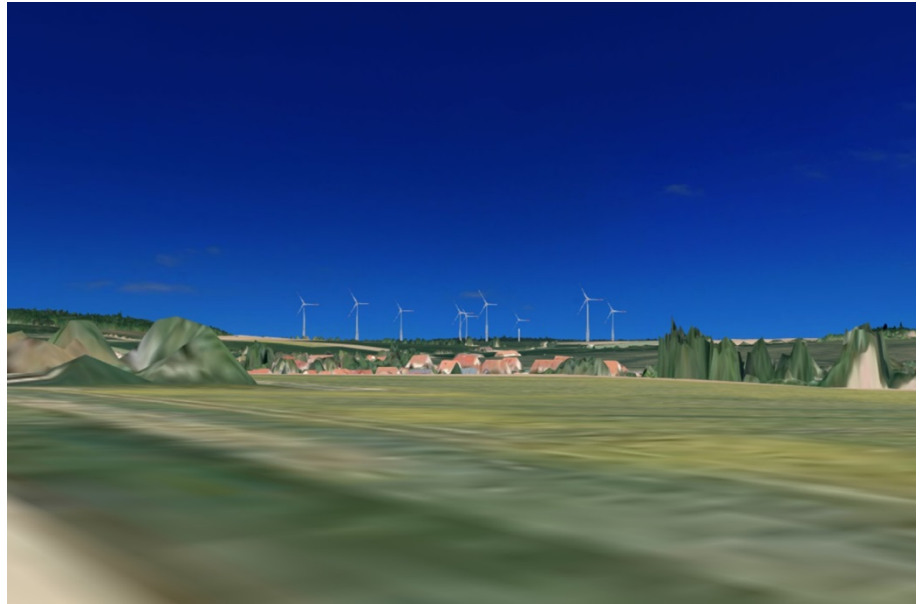
## Realität und Simulation im Vergleich

Foto



Quelle / © : Bayerisches Landesamt für Umwelt

3D-Analyse



Quelle: Energie-Atlas Bayern, © StMWi

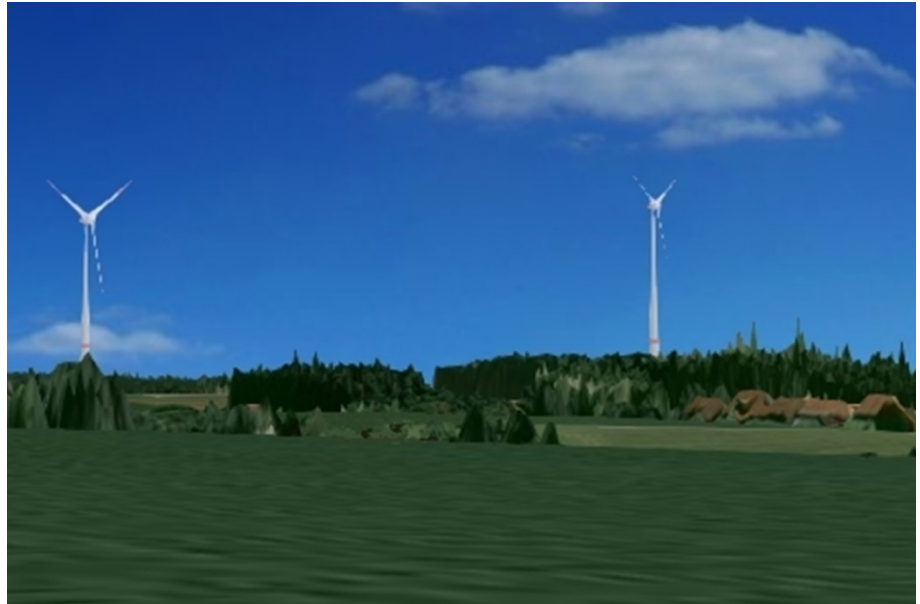
## Realität und Simulation im Vergleich

Foto



Quelle / © : Bayerisches Landesamt für Umwelt

3D-Analyse



Quelle: Energie-Atlas Bayern, © StMWi



## Realität und Simulation im Vergleich

Foto



Quelle / © : Bayerisches Landesamt für Umwelt

3D-Analyse



Quelle: Energie-Atlas Bayern, © StMWi



### Fazit

- Ergebnis hat Anforderungen erfüllt
- Keine vergleichbaren (landesweiten) Lösungen bekannt
- Lässt sich überall auch live nutzen (Bürgerbeteiligung)
- Speichern von Perspektiven, Ansichten, Projekten → Weitergabe
- Bedarf auch in anderen Fachbereichen (z. B. Hoch-/Tiefbau) erkennbar
- Kein Einfluss auf Nutzergruppen, d.h. „missbräuchliche Verwendung“ kann nicht gänzlich ausgeschlossen werden.
- Informationen: Energie-Atlas Bayern, Broschüre, Faltblatt
- Zukunft: Fortentwicklung abhängig von „Brisanz“ (App?, VirtualReality?)

## Realität und Simulation im Vergleich

Foto



Quelle / ©: Gemeinde Wildpoldsried

3D-Analyse



Quelle: Energie-Atlas Bayern, © StMWi

## Verschaffen Sie sich selbst einen Eindruck!

**Energie-Atlas Bayern:** → Thementeil: [www.energieatlas.bayern.de](http://www.energieatlas.bayern.de)  
→ Kartenteil: <http://geoportal.bayern.de/energieatlas-karten>