

Flurabstandsprognose im Rheinischen Revier – 2. Facharbeitsgruppensitzung

Markscheiderische Prognose von Bodenbewegungen

Markus Poths

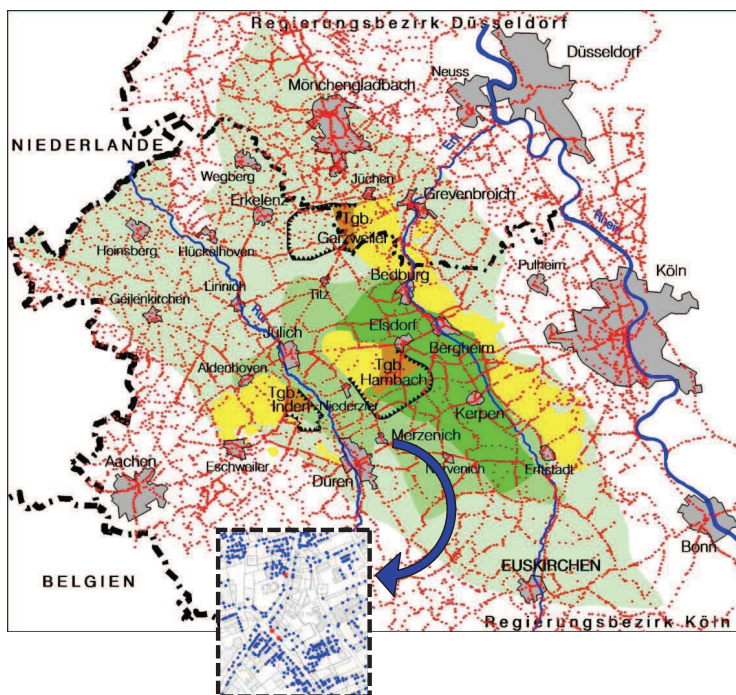
07. Februar 2017



RWE

© RWE Power

Grundlagen der markscheiderischen Prognose von Bodenbewegungen



Systematik Messungen:

- I. Leitnivelement: übergeordnetes behördliches Grundlagennetz
- II. Ortslagenvermessung Bergbau: verdichtende Detailaufnahme in bebauten Bereichen
- III. Sondermessungen Bergbau: gezielte Vermessung besonderer Objekte (z.B. Bahntrassen)

~200.000 Messpunkte im Revier



⇒ Bodenbewegungen werden regelmäßig im gesamten Revier mit hoher Genauigkeit bestimmt

RWE

© RWE Power

07.02.2017

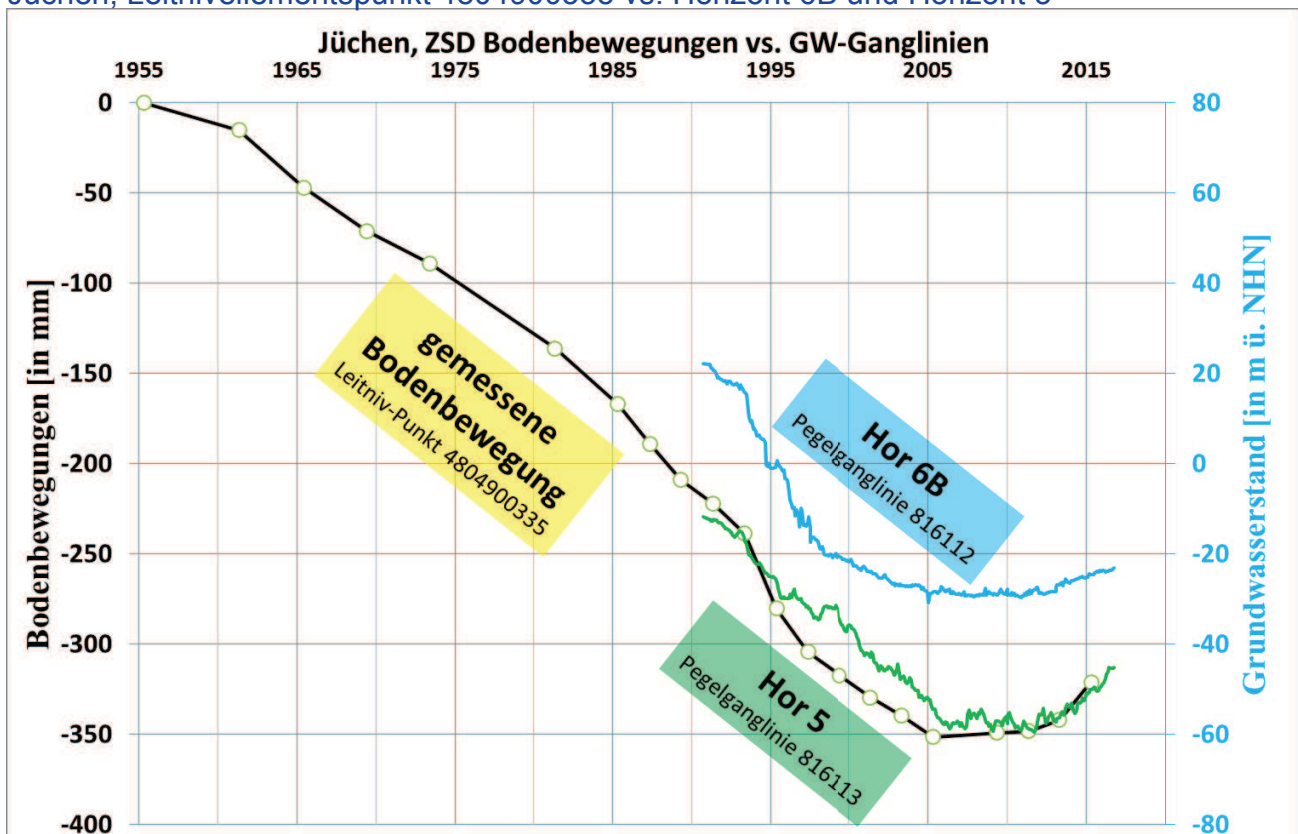
SEITE 1

Grundlagen der markscheiderischen Prognose von Bodenbewegungen

- Seit Mitte der 1950er-Jahre werden Bodenbewegungen im Rheinischen Revier großräumig beobachtet.
- Bereits in den 1970er-Jahren zeigte sich bereits eine enge Abhängigkeit / Korrelation zwischen dem Maß der Grundwasserentspannung und den daraus resultierenden Bodensenkungen.
- Ab Ende der 1980er-Jahre wurden revierweite Untersuchungen zur Korrelation von Grundwasserabsenkung und Bodenbewegung durchgeführt.
- Mit den zunehmenden Erkenntnissen (Grundwassermodelle) und langjährigen Messungsergebnissen wurden ab 2002 flächenhafte Prognosen (markscheiderisches Prognosemodell) für bspw. die Venloer Scholle im Rahmen des Monitoring Garzweiler II (2002) erstellt und regelmäßig u.a. gegenüber der Aufsichtsbehörde berichtet.
- In 2003 – 2006 wurde die Thematik wissenschaftlich in Zusammenarbeit mit Herrn Prof. Dr.-Ing. M. Ziegler (RWTH Aachen) weitergehend vertieft.

Bodenbewegungen vs. GW-Absenkung/Anstieg

Jüchen, Leitnivelementspunkt 4804900335 vs. Horizont 6B und Horizont 5



Markscheiderisches Prognoseverfahren

Proportionalitätsfaktor

Grundannahme:

Der Betrag der Bodenbewegungen verhält sich proportional zu dem prognostizierten Betrag der Grundwasserabsenkung / -entspannung bzw. des Grundwasserwiederanstiegs.

Berechnung des Proportionalitätsfaktors:

$$\alpha = B_{st} / G_{st}$$

mit α = Proportionalitätsfaktor
 B_{st} = Bodensenkung der Tagesoberfläche für den Referenzzeitraum t
 G_{st} = Grundwasserabsenkung/-entspannung für den Referenzzeitraum t

Markscheiderisches Prognoseverfahren

Bodensenkungen

Berechnung der Bodensenkungen (Phase GW-Absenkung):

$$B_{PS} = G_{PS} \times \alpha$$

mit B_{PS} = prognostizierte Bodensenkung
 G_{PS} = prognostizierte Grundwasserabsenkung
 α = Proportionalitätsfaktor

Markscheiderisches Prognoseverfahren

Bodenhebungen

Grundannahme:

Bisherige Beobachtungen haben gezeigt, dass die Bodensenkungen nur zu einem Teil reversibel sind.

Berechnung der Bodenhebungen:

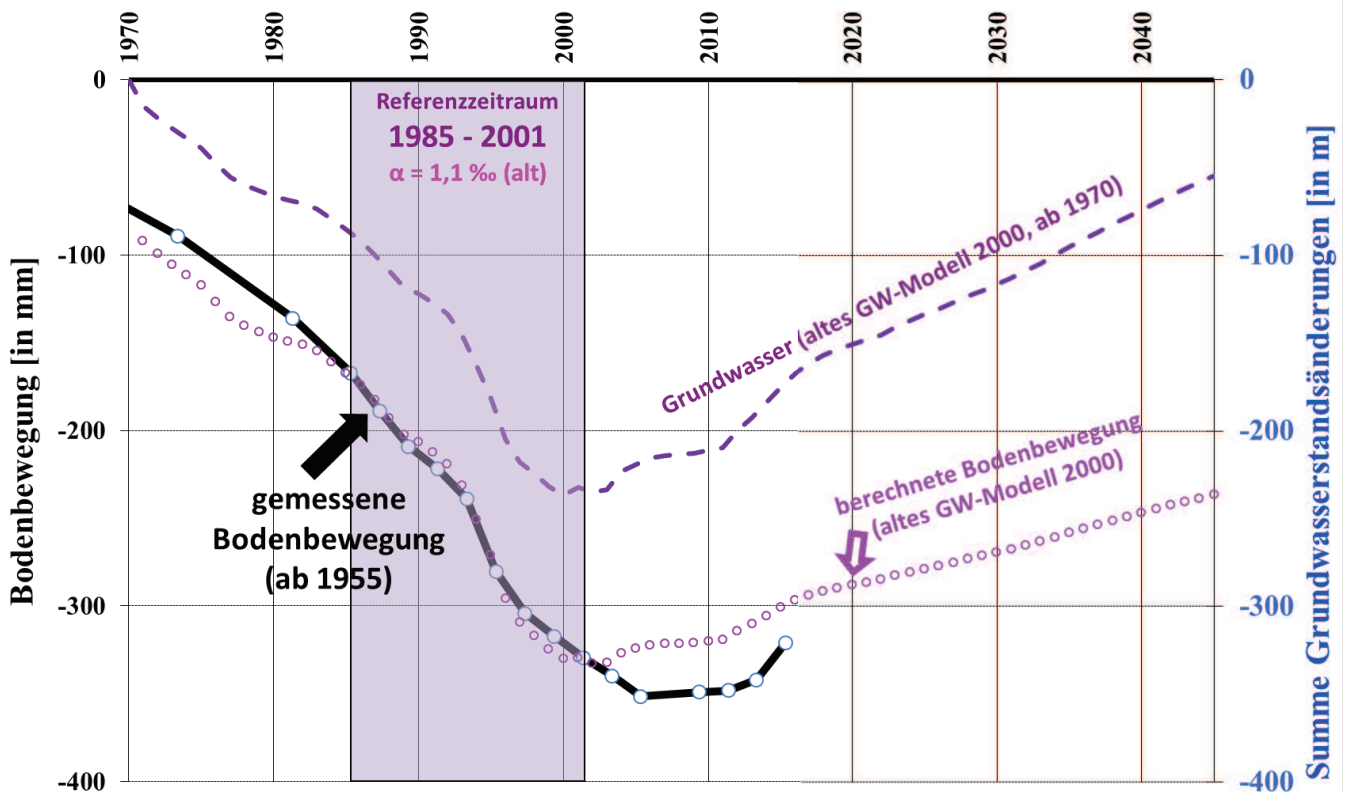
$$B_{\text{Heb}} = A \times G_{\text{Heb}} \times \alpha$$

mit B_{Heb} = prognostizierte Hebung der Tagesoberfläche
 A = Abminderungsfaktor für den irreversiblen Bodensenkungsanteil
 G_{Heb} = prognostizierter Druckanstieg der gespannten Horizonte
 α = Proportionalitätsfaktor

Messungen in der Rurscholle, die auf die Venloer Scholle übertragbar sind, zeigen, dass die Hebung der Tagesoberfläche ca. 50 % der eingetretenen Senkung beträgt, d. h. der Abminderungsfaktor A beträgt 0,5.

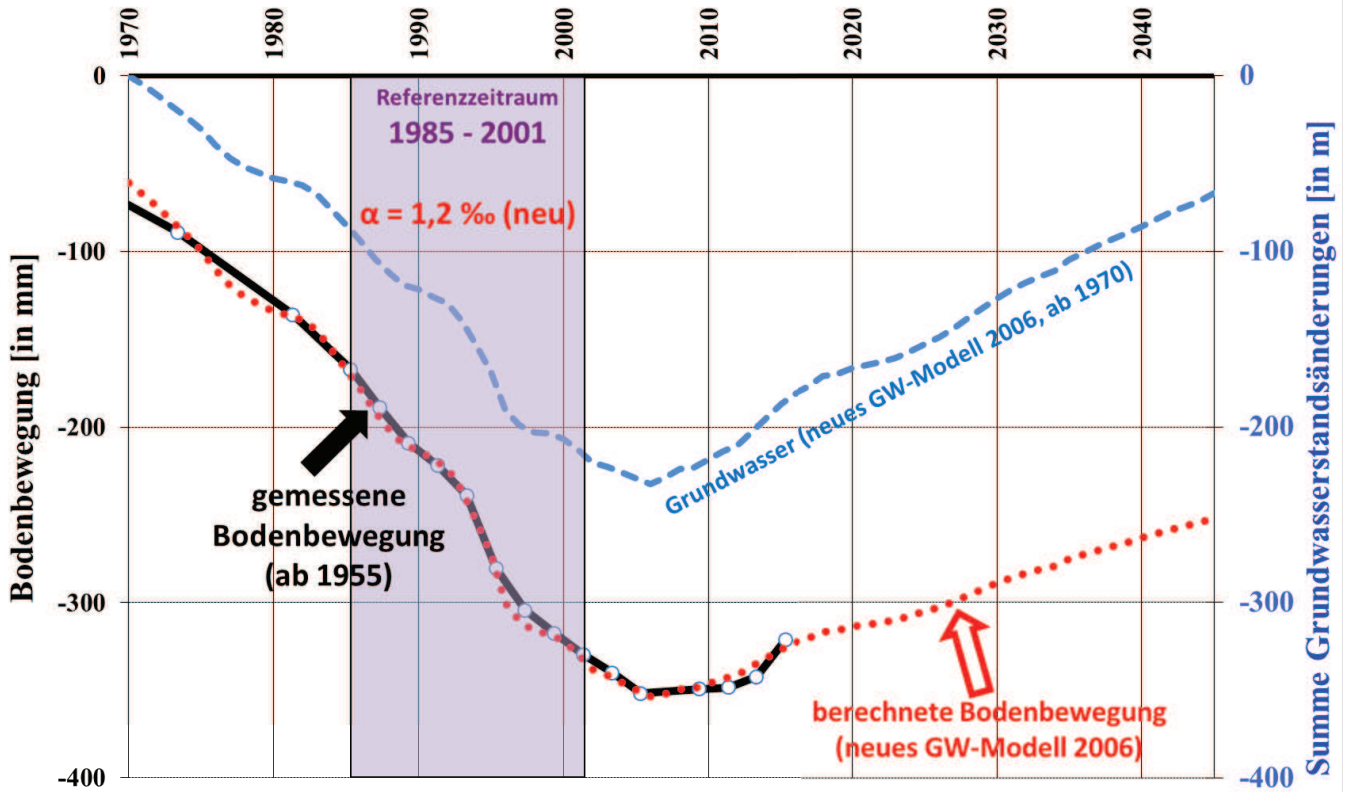
Prognose Bodenbewegungen

Jüchen, Leitnivelelementspunkt 4804900335 (GW-Modell 2000)



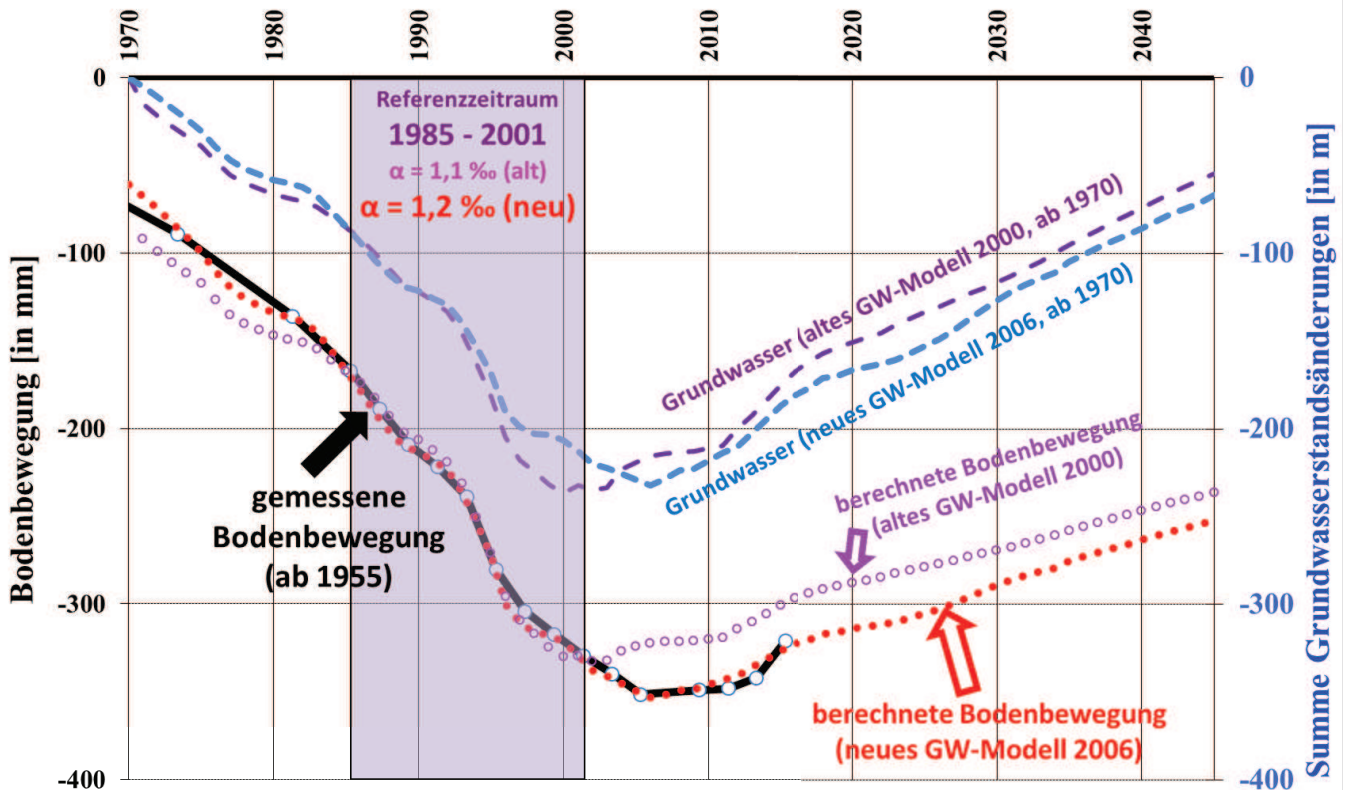
Prognose Bodenbewegungen

Jüchen, Leitnivelelementspunkt 4804900335 (GW-Modell 2006)



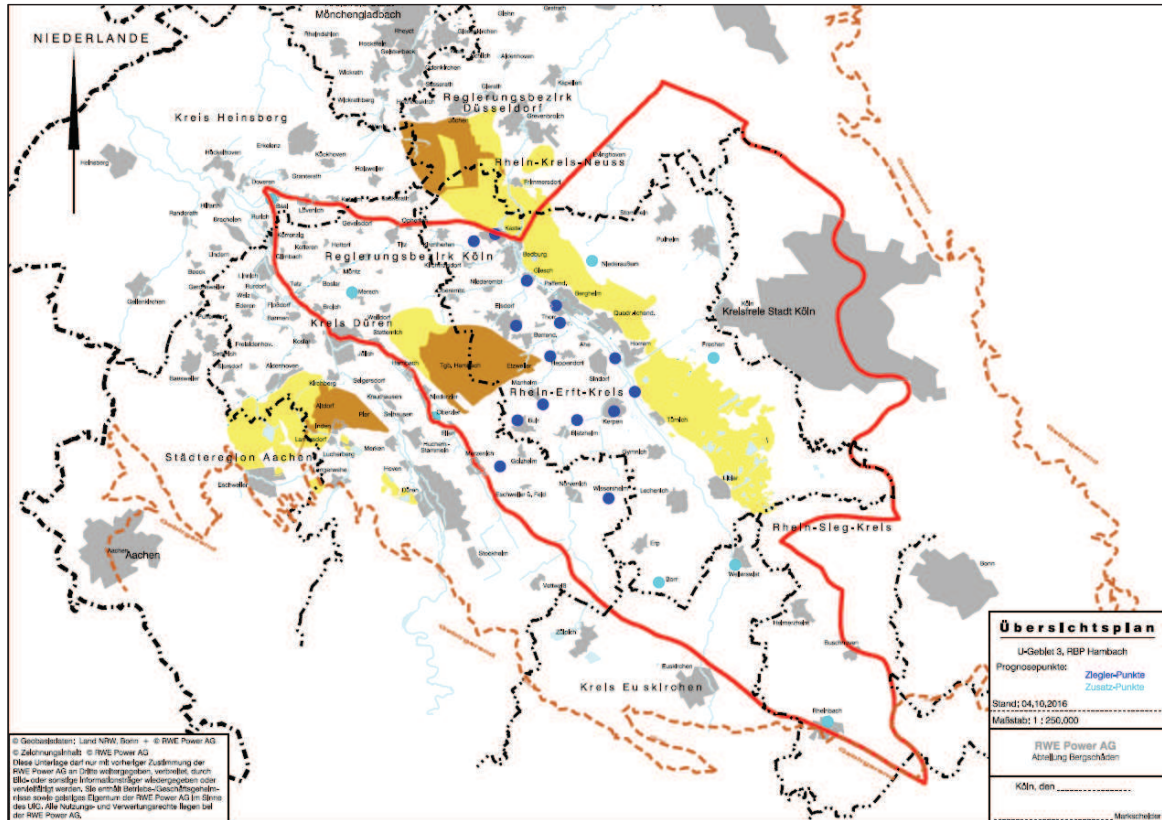
Prognose Bodenbewegungen

Jüchen, Leitnivelelementspunkt 4804900335 (GW-Modell 2000 vs. GW-Modell 2006)



Übersichtskarte Stützpunkte Prognose

Ziegler- und Zusatzpunkte (Untersuchungsgebiet 3. RBP Tgb. Hambach)



© RWE Power 07.02.2017

SEITE 10

Übertragung der Prognose in die Fläche (I)

Grundprinzip:

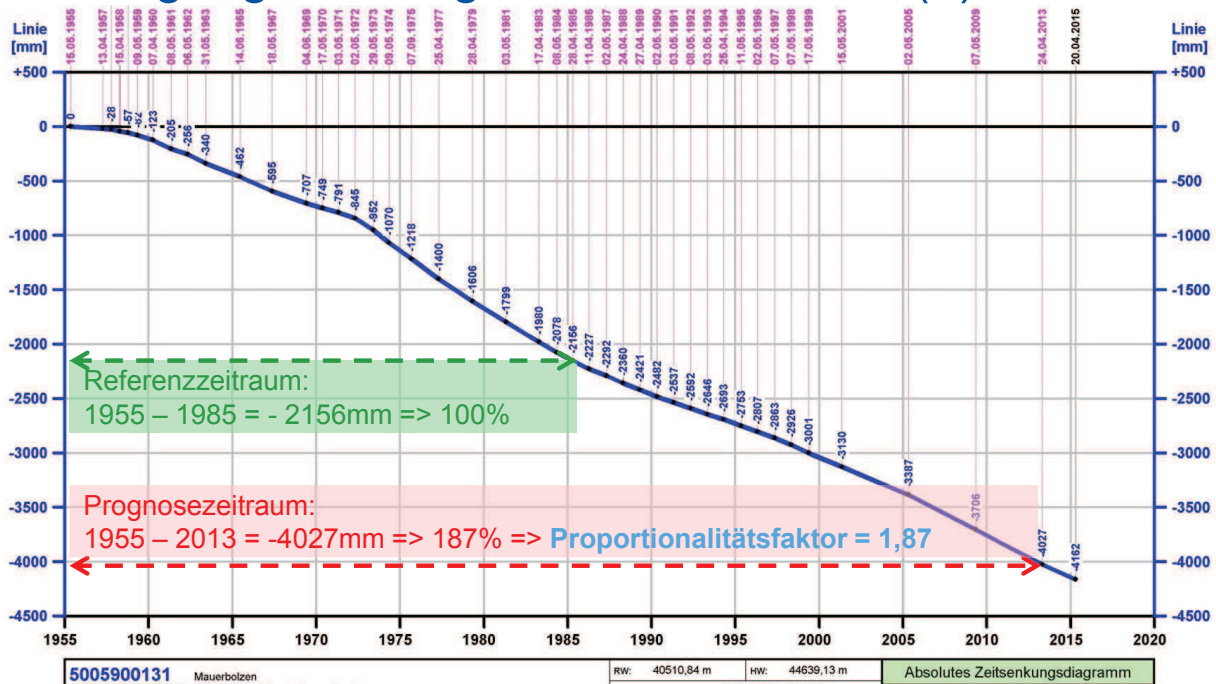
- 1) Übertragbarkeit räumlich ähnlicher Proportionalitätsfaktoren zum zeitlichen Ablauf des Bodenbewegungsverhaltens.
- 2) Ausgehend von den Stützpunkten (Berechnung nach „Ziegler“) erfolgt die Übertragung in die Fläche unter Beachtung des Prinzips der flächenhaften Nachbarschaft (Dreiecksvermaschung).



© RWE Power 07.02.2017

SEITE 11

Übertragung der Prognose in die Fläche (II)



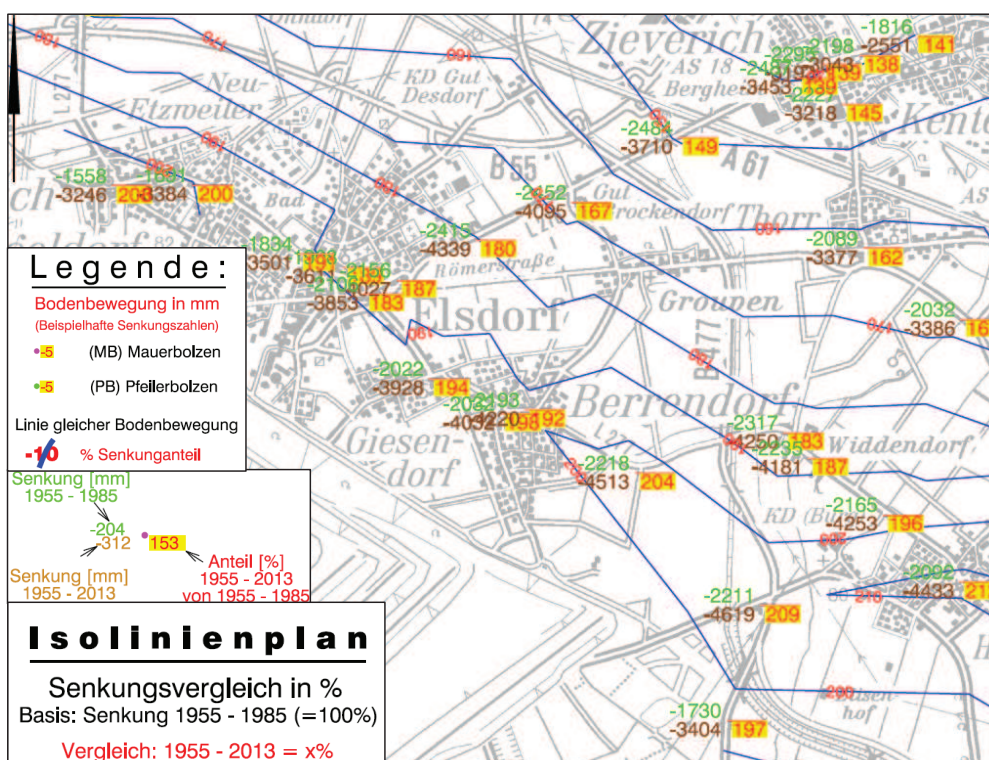
Berechnung des Senkungsverhältnisses (**dimensionsloser Proportionalitätsfaktor**) zwischen zwei Zeiträumen (**Referenz-** vs. **Prognosezeitraum**). Die Übertragbarkeit auf benachbarte Punkte ist möglich, da hierbei eine gute räumliche Ähnlichkeit gegeben ist (trotz teilweise deutlichen Senkungsunterschieden).



Übertragung der Prognose in die Fläche (III)

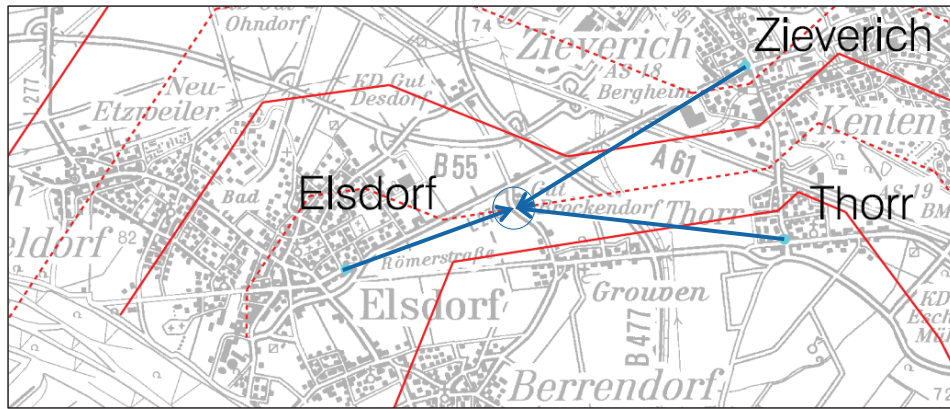
Grundprinzip:

Lokal ähnliche Proportionalitätsfaktoren auch bei unterschiedlichen Bodensenkungen



Übertragung der Prognose in die Fläche (IV)

Prinzip:



Aus den Stützpunkten des Modells (Zieglerpunkte und zusätzlichen Stützpunkten) wird mittels Dreiecksvermaschung eine räumliche Modellfläche mit den Proportionalitätsfaktoren erzeugt. Daraus lassen sich dann für weitere innerhalb der Modellumrandung liegende Punkte lageabhängig die Proportionalitätsfaktoren durch Projektion in die Modellfläche digital interpolieren. Die Berechnung der Prognosesenkungswerte erfolgt dann mit den gemessenen Senkungen multipliziert mit dem in der Modellfläche interpolierten Proportionalitätsfaktor.