

	<p>SuedOstLink - BBPIG Vorhaben Nr. 5 und Nr. 5a –</p>	
	<p>Abschnitt D2 Nittenau bis Pfatter</p> <p>Unterlagen gemäß § 21 NABEG</p>	<p>Das Vorhaben Nr. 5 im SuedOstLink ist von der Europäischen Union gefördert; sie haftet nicht für die Inhalte.</p>  <p>Kofinanziert von der Fazilität „Connecting Europe“ der Europäischen Union</p>
<h2>Teil E4.3 Ertragsberechnungen</h2>		

00	29.06.2023	Unterlage gemäß § 21 NABEG	ARGE U S. Beck-Broichsitter	ARGE U F. Wuttke	TenneT M. Schafhirt
Rev.	Datum	Ausgabe	Erstellt	Geprüft	Freigegeben

Festgestellt nach §24 NABEG
Bonn, den

INHALTSVERZEICHNIS

INHALTSVERZEICHNIS	2
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	3
TABELLENVERZEICHNIS	4
1 UMWELT-FOLGEABSCHÄTZUNG	5
2 MODELLEINGANGSPARAMETER	7
2.1 Leitprofil S0128	7
2.2 Leitprofil B0204	7
3 AUSWIRKUNGEN DES KABELBETRIEBS AUF DIE PFLANZENPHÄNOLOGIE UND DEN LANDWIRTSCHAFTLICHEN ERTRAG	8
4 ZUSAMMENFASSENDER BETRACHTUNG DES BODENWASSERHAUSHALTES, TEMPERATUR- UND SÄTTIGUNGSABHÄNGIGE EINWIRKUNGEN AUF PFLANZEN; LANDWIRTSCHAFT UND ERTRÄGE	11
5 LITERATURVERZEICHNIS	12
6 ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	13

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Prinzipieller Aufbau des HERMES-Modells (KERSEBAUM et al. 2015).	5
---	---

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1:	Eingabeparameter der im HERMES-Modell berücksichtigten Bodenhorizonte für das Leitprofil S0128.	7
Tabelle 2:	Eingabeparameter der im HERMES-Modell berücksichtigten Bodenhorizonte für das Leitprofil B0204.	7
Tabelle 3:	Simulierte Erträge (dt/ha) für das Leitprofil S0128 und das Vorhaben V5 (1 Kabelsystem) und für Mais, Winterweizen (WW) und Grünland (GR) unter Berücksichtigung der Referenz ohne Kabelbetrieb sowie der Verlustleistungen von 68 % NEP und 85 % NEP.	9
Tabelle 4:	Simulierte Erträge (dt/ha) für das Leitprofil S0128 und das Vorhaben V5 und 5a (2 Kabelsysteme) und für Mais, Winterweizen (WW) und Grünland (GR) unter Berücksichtigung der Referenz ohne Kabelbetrieb sowie der Verlustleistungen von 68 % NEP und 85 % NEP.	9
Tabelle 5:	Simulierte Erträge (dt/ha) für das Leitprofil B0204 und das Vorhaben V5 (1 Kabelsystem) und für Mais, Winterweizen (WW) und Grünland (GR) unter Berücksichtigung der Referenz ohne Kabelbetrieb sowie der Verlustleistungen von 68 % NEP und 85 % NEP.	10
Tabelle 6:	Simulierte Erträge (dt/ha) für das Leitprofil B0204 und das Vorhaben V5 und V5a (2 Kabelsysteme) und für Mais, Winterweizen (WW) und Grünland (GR) unter Berücksichtigung der Referenz ohne Kabelbetrieb sowie der Verlustleistungen von 68 % NEP und 85 % NEP.	10

1 Umwelt-Folgeabschätzung

Die Analyse der thermischen Auswirkungen der Kabelbetriebs auf die landwirtschaftlichen Erträge und die mikrobiologischen Vorgänge im Boden (N-Mineralisierung und Denitrifikation) erfordert die Nutzung eines prozessbasierten Agrarökosystemmodells (KERSEBAUM 2011). Das sogenannte HERMES-Modell ist deutschland- und europaweit etabliert und kann entsprechend unterschiedlicher Böden, Klimazonen und Anbaubedingungen entsprechend modifiziert und angewandt werden (KERSEBAUM 2007).

Das HERMES-Modell wird für die Bewertung der landwirtschaftlichen Erträge (Mais, Winterweizen, Grünland) für die Leitprofile S0128 und B0204 im SOL Abschnitt D2 herangezogen (Abbildung 1). Das Modell berücksichtigt folgende Bedingungen:

- Wetterbedingungen auf täglicher Basis (u. a. Niederschlag, Evapotranspiration)
- Bodeneigenschaften (u. a. Textur, Trockenrohddichte, C/N-Verhältnis)
- Vegetation (u. a. Bewuchshöhe, Pflanzenentwicklung)
- Stickstoffkreislauf (u. a. Denitrifikation, Mineralisation)
- Wärmehaushalt (u. a. Bodentemperaturen)

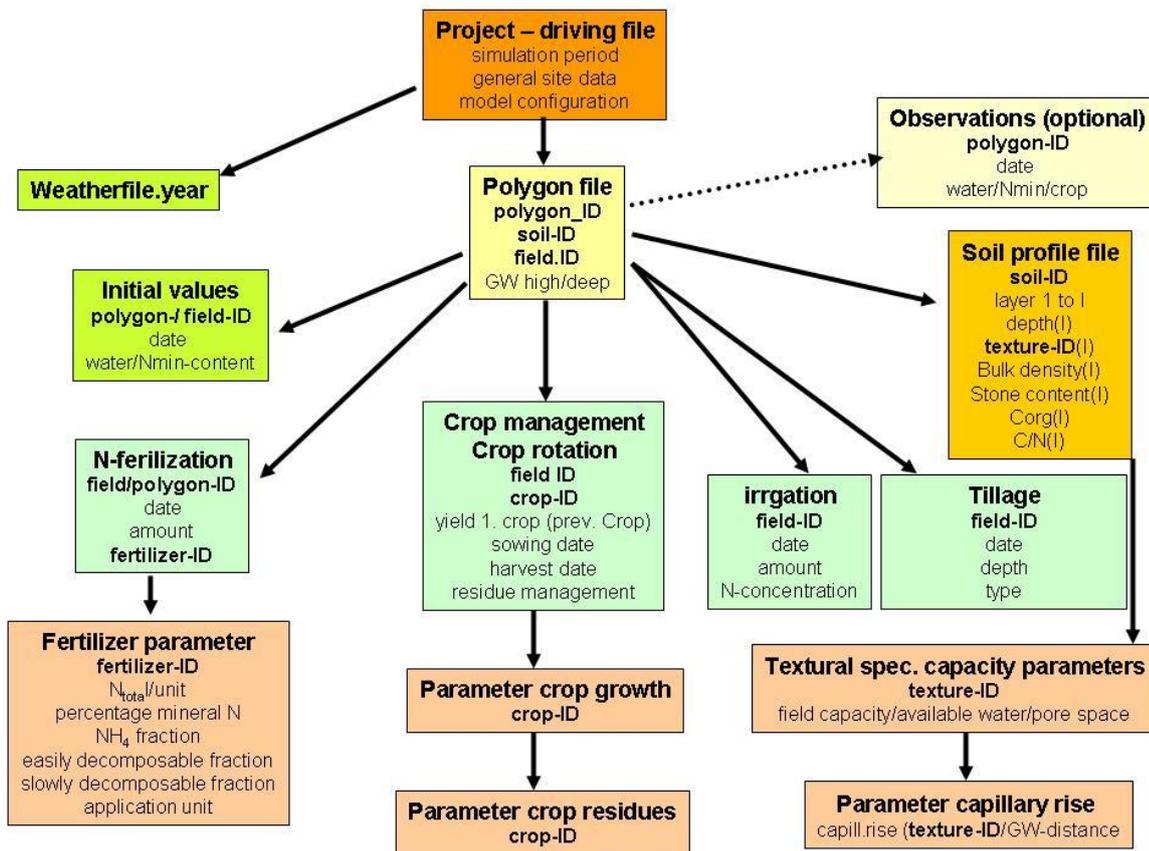


Abbildung 1: Prinzipieller Aufbau des HERMES-Modells (KERSEBAUM et al. 2015).

Das HERMES-Modell nutzt die täglichen Wetterdaten (u. a. Tagesmitteltemperatur, Luftfeuchtigkeit, Niederschlagshöhe, Windgeschwindigkeit) der DWD-Station Regensburg (Bayern) für den Zeitraum zwischen 2009 und 2018. Die stündlich aufgelösten Maximal- und Minimaltemperaturen entlang der Leitprofile werden genutzt, um ein Stundenprofil der Lufttemperatur an der Bodenoberfläche zu berechnen (KERSEBAUM 2011).

Ferner wird neben der Lufttemperatur, auch die tägliche Sonneneinstrahlung oder Globalstrahlung sowie die für die Evapotranspiration verbrauchte Energie berücksichtigt, um die Temperaturverteilung im Boden zu

simulieren (WESSOLEK UND KERSEBAUM 2020). Die daraus resultierende Energiebilanz an der Bodenoberfläche wird durch die Albedo des Bodens bzw. dem Grad der Bodenbedeckung (B_{cov}) durch die jeweilige Vegetation (Mais, Winterweizen, Grünland) beeinflusst und mittels des Blattflächenindex (LAI) im Zeitraum zwischen 2009 und 2019 wie folgt berechnet:

$$B_{cov} = 1 - e^{-LAI} \quad (2,4) \quad \text{Gl. 1}$$

Die Albedo des Bodens wird in Abhängigkeit vom Wassergehalt der oberen Bodenschicht modifiziert (WESSOLEK UND KERSEBAUM 2020).

Als untere Randbedingung wird für die Referenz (Berechnung ohne Erdkabel) eine initiale Bodentemperatur in 130 cm Tiefe (Boden ohne Kabel) von 9,5 °C entsprechend der aus den Wetterdaten abgeleiteten mittleren Jahrestemperatur für den Untersuchungszeitraum zwischen 2009 und 2019 angenommen.

Für die Simulationen mit Erdkabel wird dementsprechend die Referenz-Bodentemperatur von 9,5 °C für das Vorhaben V5 (1 Kabelsystem) und 68 % NEP um 4 °C auf 13,5 °C und für 85 % NEP um 6 °C auf 15,5 °C erhöht. Für das Vorhaben V5 und V5a (2 Kabelsysteme) wird die Referenz-Bodentemperatur für 68 % NEP um 5 °C auf 14,5 °C und 85 % NEP um 7 °C auf 16,5 °C erhöht.

Die vertikale eindimensionale Temperaturverteilung im Boden (T_s) wird unter Berücksichtigung der instationären Bodenfeuchtebedingungen in Schritten von 10 cm für jede Schicht i berechnet (WESSOLEK UND KERSEBAUM 2020):

$$T_s(i, t + \Delta t) = T_s(i, t) * \alpha_{i, t} * (T_s(i + 1, t) - 2 * T_s(i, t) + T_s(i - 1, t)) * \frac{\Delta t}{\Delta z^2} \quad \text{Gl. 2}$$

$$\alpha_{i, t} = \frac{\lambda_{i, t}}{c_{wi, t}} \quad \text{Gl. 3}$$

Die Wärmeleitfähigkeit ($\lambda_{i,t}$) und die Wärmekapazität ($c_{wi,t}$) werden bodenartenspezifisch zum Zeitpunkt (t) für jede einzelne Schicht berechnet (KERSEBAUM 2021b).

Die Simulation des Bodenwärmeprofiles mit dem HERMES-Modell erfolgt ausschließlich vertikal eindimensional. Dementsprechend ist zu berücksichtigen, dass der Temperaturgradient in Richtung der Bodenoberfläche ausgeprägter und folglich die Temperaturerhöhungen an der Bodenoberfläche höher ausfallen können als in zwei- oder dreidimensionalen Simulationen (WESSOLEK UND KERSEBAUM 2020).

2 Modelleingangsparameter

Die Leitprofile S0128 und B0204 wurden durch das HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH (Büro-HG) ausgewählt und übergeben und im Vorfeld mit dem Bodencluster der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) abgeglichen. Die Modelleingangsparameter wurden aus den physikalischen und chemischen Eigenschaften der Leitprofile (u. a. Lagerungsdichte, Textur, Humusgehalt) unter Einbeziehung der Bodenkundlichen Kartierung gemäß KA5 (AD-HOC AG BODEN 2005) abgeleitet.

2.1 Leitprofil S0128

Das Leitprofil S0128 wurde bis in eine Tiefe von 180 cm von der HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH anhand der Bodenkundlichen Kartieranleitung KA 5 (AD-HOC AG BODEN 2005) aufgenommen. Es handelt sich um eine podsolige Braunerde (pBB) mit der Horizontfolge L/Aeh/Bv /Cv (Tabelle 1).

Tabelle 1: Eingabeparameter der im HERMES-Modell berücksichtigten Bodenhorizonte für das Leitprofil S0128.

Horizont	Mächtigkeit [cm]	Bodenart nach KA5	Porosität [%]	Feldkapazität [%]	Welkepunkt [%]	Ld [g/cm ³] nach KA5	C-Gehalt [%]	CN-Verhältnis	Skelett [%]
L	5-0	Su4	59	39	12	gering	4	10	1
Aeh	0-10	Su4	57	27	9	gering	0	10	1
Bv	10-150	Sl3	43	21	4	mittel	0	10	20
Cv	150-180	Su2	31	21	4	hoch	0	10	70

2.2 Leitprofil B0204

Das Leitprofil B0204 wurde bis in eine Tiefe von 180 cm von der HG Büro für Hydrogeologie und Umwelt GmbH anhand der Bodenkundlichen Kartieranleitung KA 5 (AD-HOC AG BODEN 2005) aufgenommen. Es handelt sich um eine vergleyte Braunerde (gBB) mit der Horizontfolge Ap/Bv/IICv//IIIGo-eIC (Tabelle 2).

Tabelle 2: Eingabeparameter der im HERMES-Modell berücksichtigten Bodenhorizonte für das Leitprofil B0204.

Horizont	Mächtigkeit [cm]	Bodenart	Porosität [%]	Feldkapazität [%]	Welkepunkt [%]	Ld [g/cm ³] nach KA5	C-Gehalt [%]	CN-Verhältnis	Skelett [%]
Ap	0-35	Ls4	62	39	19	sehr gering	1	10	10
Bv	35-60	Lts	54	42	25	gering	1	10	25
IICv	60-80	fSms	38	16	5	mittel	0	10	5
IIIGo-eIC	80-180	fSms	38	14	5	mittel	0	10	70

3 Auswirkungen des Kabelbetriebs auf die Pflanzenphänologie und den landwirtschaftlichen Ertrag

Die Kalibrierung des Modells erfolgte für das Referenzmodell ohne Kabelbetrieb anhand der mittleren Ertragsdaten, Boden- und Pflanzenparameter (Mais, Winterweizen, Grünland) für die Leitprofile S0128 und B0204 unter Nutzung der für die Vegetationsformen vorliegenden phänologischen Beobachtungsdaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) und der agrarstatistischen Ertragsdaten für den Landkreis Regensburg (Bayern). Dem eigentlichen Simulationszeitraum (10 Jahre) wurde eine sogenannte Einschwingphase von 20 Jahren vorangeschaltet, um den Stickstoffhaushalt ins Gleichgewicht zu bringen.

Die Bewertung der landwirtschaftlichen Erträge im SOL Abschnitt D2 erfolgt für die Vorhaben V5 (1 Kabelsystem) sowie V5 und V5a (2 Kabelsysteme) mit den entsprechenden Verlustleistungen 68 % NEP und 85 % NEP im Vergleich zur Referenz ohne Kabelbetrieb.

Die simulierten Bodentemperaturen zeigen für das Vorhaben V5 (1 Kabelsystem) für beide Leitprofile eine mittlere Temperaturdifferenz gegenüber der Referenz ohne Kabelbetrieb von $+0,53 \pm 0,1$ K (68 % NEP) und $+0,79 \pm 0,3$ K (85 % NEP) in 20 cm Tiefe, $+1,60 \pm 0,5$ K (68 % NEP) und $+2,39 \pm 0,4$ K (85 % NEP) in 60 cm Tiefe sowie $+2,43 \pm 0,7$ K (68 % NEP) und $+3,64 \pm 1,1$ K (85 % NEP) in 100 cm Tiefe. Für das Vorhaben V5 und V5a (2 Kabelsysteme) zeigen sich für alle sechs Leitprofile eine mittlere Temperaturdifferenz gegenüber der Referenz ohne Kabelbetrieb von $+0,66 \pm 0,2$ K (68 % NEP) und $+0,93 \pm 0,3$ K (85 % NEP) in 20 cm Tiefe, $+1,99 \pm 0,6$ K (68 % NEP) und $+2,79 \pm 0,8$ K (85 % NEP) in 60 cm Tiefe sowie $+3,04 \pm 1,1$ K (68 % NEP) und $+4,24 \pm 1,1$ K (85 % NEP) in 100 cm Tiefe.

Die Unterschiede in den jährlichen Evapotranspirationsraten zwischen der Referenz ohne Kabelbetrieb und dem Kabelbetrieb mit 68 % NEP und 85 % NEP sind bei beiden Leitprofilen kleiner als 16 mm pro Jahr. Dementsprechend ist die Erwärmung des Oberbodens infolge des Kabelbetriebs zu gering, um die die Evapotranspirationsleistung des Oberbodens signifikant zu beeinflussen. Vielmehr zeigen die Simulationsergebnisse, dass die atmosphärischen Randbedingungen und das Wasserdargebot im Porenraum das Verdunstungsgeschehen der Leitprofile beeinflusst.

Die phänologische Entwicklung der Pflanzen wird im Wesentlichen durch die atmosphärischen Randbedingungen gesteuert. Jedoch wird die Phase zwischen der Aussaat und dem Auflaufen kulturartenspezifisch stark durch die Bodentemperatur beeinflusst (WESSOLEK UND KERSEBAUM 2020). Bezogen auf den Blütezeitpunkt zeigen die Simulationen im Vergleich zur Referenz ohne Kabelbetrieb und das Vorhaben V5 (1 Kabelsystem) sowie 68 % NEP und 85 % NEP für beide Leitprofile keine Unterschiede beim Grünland, 0 bis -1 Tag beim Winterweizen sowie 0 bis -1 Tag beim Mais. Für das Vorhaben V5 und V5a (2 Kabelsysteme) sowie 68 % NEP und 85 % NEP zeigen sich keine Unterschiede beim Grünland, 0 bis -1 Tag beim Mais und 0 bis -1 Tag beim Winterweizen.

Im Hinblick auf den Zeitpunkt der Reife zeigen die Simulationen im Vergleich zur Referenz ohne Kabelbetrieb und das Vorhaben Nr. 5 (1 Kabelsystem) sowie 68 % NEP und 85 % NEP für beide Leitprofile beim Grünland keine Unterschiede, beim Mais 0 bis -1 Tag und beim Winterweizen 0 bis -1 Tag. Für das Vorhaben Nr. 5 und Nr. 5a (2 Kabelsysteme) sowie 68 % NEP und 85 % NEP zeigen sich beim Grünland keine Unterschiede, 0 bis -1 Tag beim Mais und 0 bis -1 Tag beim Winterweizen. Dementsprechend ist der Einfluss des Kabelbetriebs und einem damit verbundenen Bodentemperaturanstieg auf die phänologische Entwicklung der Kulturarten als gering einzustufen. Die Erträge für Grünland, Mais und Winterweizen zeigen nur kleine Unterschiede und die Grünlanderträge beziehen sich auf eine 1-Schnitt-Nutzung (Schnittzeitpunkt: Juni). Die Simulationsergebnisse zeigen einen sehr geringen Einfluss der Bodenerwärmung auf den Ertrag und sogar einen positiven Effekt auf den mittleren Maisertrag von bis zu 3,3 dt/ha.

Folglich kann davon ausgegangen werden, dass für Mais, Winterweizen und Grünland keine kritische Wachstumstemperatur erreicht wird. Ein gegenteiliger Effekt in Form einer verbesserten Nährstoffverfügbarkeit durch die Bodenerwärmung lässt sich ebenfalls nicht erkennen. Vergleichbare Ergebnisse zeigt eine Studie von WESSOLEK UND KERSEBAUM (2020), in der trotz vergleichsweise höherer Temperaturdifferenzen von $+5,35$ K und $+6,37$ K innerhalb der Durchwurzelungszone ebenfalls sehr geringe Auswirkungen der Bodenerwärmung auf den Ertrag erkennbar sind.

Tabelle 3: Simulierte Erträge (dt/ha) für das Leitprofil S0128 und das Vorhaben V5 (1 Kabelsystem) und für Mais, Winterweizen (WW) und Grünland (GR) unter Berücksichtigung der Referenz ohne Kabelbetrieb sowie der Verlustleistungen von 68 % NEP und 85 % NEP.

		Jährliche Erträge (dt/ha)								
Leitprofil	S0128	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Referenz	GR	60,75	55,62	47,63	52,7	50,1	53,51	62,77	45,77	59,81
	Mais	167,36	130,12	156,82	160,66	141,74	130,12	116,54	162,04	157,72
	WW	81,26	77,3	78,7	84,62	75,13	77,51	84,25	75,9	80,35
NEP 68%	GR	0,01	0,01	-0,09	0	-0,01	0	-0,01	0	-0,02
	Mais	-2,01	-1,09	-3,65	9,78	-1,75	-1,09	-1,86	2,52	8,1
	WW	-0,36	-0,16	0,43	0,08	-0,48	0,34	-0,55	1,69	82,91
NEP 85%	GR	0,01	0,01	-0,09	-0,01	-0,01	0,01	-0,01	-0,01	-0,04
	Mais	1,82	5,94	1,48	9,03	-2,79	5,93	-2,53	1,5	7,03
	WW	-0,07	0,3	0,5	0,09	-0,68	0,23	-0,46	1,8	1,24

Tabelle 4: Simulierte Erträge (dt/ha) für das Leitprofil S0128 und das Vorhaben V5 und 5a (2 Kabelsysteme) und für Mais, Winterweizen (WW) und Grünland (GR) unter Berücksichtigung der Referenz ohne Kabelbetrieb sowie der Verlustleistungen von 68 % NEP und 85 % NEP.

		Jährliche Erträge (dt/ha)								
Leitprofil	S0128	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Referenz	GR	60,75	55,62	47,63	52,7	50,1	53,51	62,77	45,77	59,81
	Mais	167,36	130,12	156,82	160,66	141,74	130,12	116,54	162,04	157,72
	WW	81,26	77,3	78,7	84,62	75,13	77,51	84,25	75,9	80,35
NEP 68%	GR	0,01	0,01	-0,09	0	-0,01	0	-0,01	-0,01	-0,03
	Mais	1,94	6,28	-5,35	9,4	-2,27	6,28	-2,19	2,01	7,57
	WW	-0,36	0,3	0,49	0,08	-0,58	0,29	-0,56	1,7	1,2
NEP 85%	GR	0,02	0,01	-0,09	-0,01	-0,01	0,01	-0,01	-0,01	-0,04
	Mais	1,37	5,59	1,07	8,64	-3,34	5,59	-2,97	0,98	6,82
	WW	-0,06	0,12	0,58	-0,14	0,7	0,19	-0,4	1,8	1,34

Tabelle 5: Simulierte Erträge (dt/ha) für das Leitprofil B0204 und das Vorhaben V5 (1 Kabelsystem) und für Mais, Winterweizen (WW) und Grünland (GR) unter Berücksichtigung der Referenz ohne Kabelbetrieb sowie der Verlustleistungen von 68 % NEP und 85 % NEP.

		Jährliche Erträge (dt/ha)								
Leitprofil	B0204	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Referenz	GR	62,36	57,75	50,65	54,47	49,4	55,44	62,62	48,55	59,11
	Mais	166,84	131,44	160,33	160,6	139,35	131,44	113,97	164,82	158,04
	WW	80,89	73,23	73,3	85,47	75,18	71,05	83,82	77,97	74,35
NEP 68%	GR	0,01	0,01	0	0,1	-0,82	-0,08	0,02	0,01	-0,25
	Mais	2,27	-1,64	1,18	9,82	-1,81	-1,64	-2,75	-2,17	8,04
	WW	-0,03	-0,03	0,24	-0,78	-0,04	-0,07	0,28	0,12	82,91
NEP 85%	GR	0,01	0,01	-0,01	0,09	-0,79	-0,19	0,02	0,01	-0,66
	Mais	1,6	-2,4	0,47	9,07	-3	-2,4	-3,47	-2,75	6,98
	WW	0,3	0,06	0,92	-0,74	-0,28	0,01	0,48	0,08	1,31

Tabelle 6: Simulierte Erträge (dt/ha) für das Leitprofil B0204 und das Vorhaben V5 und V5a (2 Kabelsysteme) und für Mais, Winterweizen (WW) und Grünland (GR) unter Berücksichtigung der Referenz ohne Kabelbetrieb sowie der Verlustleistungen von 68 % NEP und 85 % NEP.

		Jährliche Erträge (dt/ha)								
Leitprofil	B0204	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Referenz	GR	62,36	57,75	50,65	54,47	49,4	55,44	62,62	48,55	59,11
	Mais	166,84	131,44	160,33	160,6	139,35	131,44	113,97	164,82	158,04
	WW	80,89	73,23	73,3	85,47	75,18	71,05	83,82	77,97	74,35
NEP 68%	GR	0,01	0,01	-0,01	0,1	-1,01	-0,09	0,02	0,01	-0,3
	Mais	1,91	-2,02	0,75	9,45	-2,39	-2,02	-3,11	-1,98	7,51
	WW	-0,02	-0,04	0,28	-0,78	-0,17	-0,04	0,38	0,06	1,23
NEP 85%	GR	0,02	0,01	-0,01	0,09	-0,91	-0,2	0,03	0,01	-0,69
	Mais	1,19	-2,79	0,04	8,69	-3,59	-2,79	-2,25	-3,31	6,44
	WW	0,31	0,05	0,97	-0,78	-0,41	0,06	0,58	0,04	1,33

4 Zusammenfassende Betrachtung des Bodenwasserhaushaltes, temperatur- und sättigungsabhängige Einwirkungen auf Pflanzen; Landwirtschaft und Erträge

Die Simulationsergebnisse zeigen, dass sich die Bodenerwärmung infolge des Kabelbetriebs für alle drei betrachteten Leitprofile nicht bzw. sehr gering auf die Erträge und die Phänologie von Mais, Winterweizen und Grünland auswirkt. Dementsprechend ist festzuhalten, dass die atmosphärischen Randbedingungen den entscheidenden Einfluss auf die Vegetationsentwicklung haben, während die Bodenerwärmung infolge des Kabelbetriebs eher eine untergeordnete Rolle spielt.

Ertragstechnisch könnte der Mais (C4-Pflanze) aufgrund einer verbesserten Nährstoffversorgung und -aufnahme besser von höheren Temperaturen profitieren als beispielsweise der Winterweizen (C3-Pflanze). Dies spiegelt sich in einem positiven Effekt auf den mittleren Maisertrag von bis zu 3,3 dt/ha wider. Demgegenüber kann eine dauerhafte Bodenerwärmung um 5 K in einer Tiefe von 10 cm Tiefe zu einer reduzierten Jugendentwicklung und folglich zu einer Verschiebung der Wachstumsphasen zu Ungunsten der Ährenentwicklung und damit des Winterweizenertrags führen (PATIL et al. 2010). Dies konnte im Untersuchungszeitraum (10 Jahre) jedoch nicht nachgewiesen werden. Der Winterweizenertrag unter Kabelbetrieb schwankt bei beiden Leitprofilen zwischen +0,3 dt/ha und +0,4 dt/ha im Vergleich zur Referenz ohne Kabelbetrieb. Beim Grünland wiederum ist bereits im zweiten Aufwuchs Anfang Juni mit Bestands- und Ertragseinbußen zu rechnen, wenn die Trockenphasen im Frühjahr ausgeprägter sind (HANUS, HEYLAND UND KELLER 2008). Dies konnte im Untersuchungszeitraum (10 Jahre) ebenfalls nicht nachgewiesen werden, da die Simulationsergebnisse für beide Leitprofile einen Grünlandertrag (1. Schnitt) unter Kabellast zeigen, der zwischen -0,01 dt/ha und -0,02 dt/ha schwankt.

Feldversuche wie zum Beispiel in Raesfeld haben gezeigt, dass infolge des Kabelbetriebs in der Regel keine eindeutigen Ertragsveränderungen im Trassenbereich feststellbar sind. Die Erträge schwanken folglich zwischen -5 % und +6 % in 2019 sowie -11 % und +7 % in 2020 (KNAUFF 2021). Im Speziellen zeigen sich beim Mehr- und Mindererträge beim Mais gegenüber der Referenz ohne Kabelbetrieb von -5,3 % und +6,3 % in 2019 sowie -10,52 % und +6,9 % in 2020. Im SOL Abschnitt D2 zeigen alle drei Leitprofile im Untersuchungszeitraum Ertragsveränderungen von -9 % und +12 % beim Grünland, -11 % und +13 % beim Mais sowie -1 % und +4 % beim Winterweizen. Diese sind ebenso auf die im Zeitverlauf schwankenden klimatischen Randbedingungen zurückzuführen.

Mindererträge und eine damit einhergehende Ertragsdepression haben sich in Raesfeld nur sehr kleinräumig aufgetan und sind nicht repräsentativ für den gesamten Trassenbereich oder andere Erdkabelprojekte. In der Konsequenz sind die Befürchtungen, die von den Erdkabeln ausgehende Bodenerwärmung könnte zu substantiellen Ertragseinbußen oder gar zu einem Totalausfall landwirtschaftlicher Kulturen führen, experimentell widerlegt (KNAUFF 2021; TRÜBY 2022). Die Simulationsergebnisse zeigen ein nahezu deckungsgleiches Ergebnis und sowohl substanzielle Ertragseinbußen als auch Totalausfälle landwirtschaftlicher Kulturen sind nicht zu befürchten.

6 Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
AC	Bezeichnung für Wechselstrom (engl. alternating current)
AG	Auftraggeber
BBPIG	Bundesbedarfsplangesetz
BNetzA	Bundesnetzagentur
DC	Gleichstrom (engl. direct current)
DIN	Deutsche Industrie-Norm
DIN EN	Standard für Vereinheitlichung (Deutsches Institut für Normung)
EuGH	Europäischer Gerichtshof
FAU	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
GOK	Geländeoberkante
HGÜ	Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung
KA5	Bodenkundliche Kartieranleitung 5
KV	Kilovolt (1.000 V)
LBP	Landschaftspflegerischer Begleitplan
LBodSchG	Landesbodenschutzgesetz
N2000	Natura-2000-Netzwerk
NABEG	Netzausbaubeschleunigungsgesetz Übertragungsnetz
NEP	Netzentwicklungsplan
PFA	Planfeststellungsabschnitt
SOL	SuedOstLink
TTG	TenneT TSO GmbH
TV	Trassenvorschlag
ÜNB	Übertragungsnetzbetreiber
VHT	Vorhabenträger