

5. Forum Agroforstsysteme

30. November - 01. Dezember 2016, Brieske

Wie wirtschaftlich sind Anbau und Verwertung von Energieholz aus Agroforstwirtschaft in einem südbrandenburgischen Landwirtschaftsbetrieb?

Roman Schneider, Hochschule Zittau/Görlitz

Dr. Christian Böhm, BTU Cottbus-Senftenberg



Hochschule
Zittau/Görlitz
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



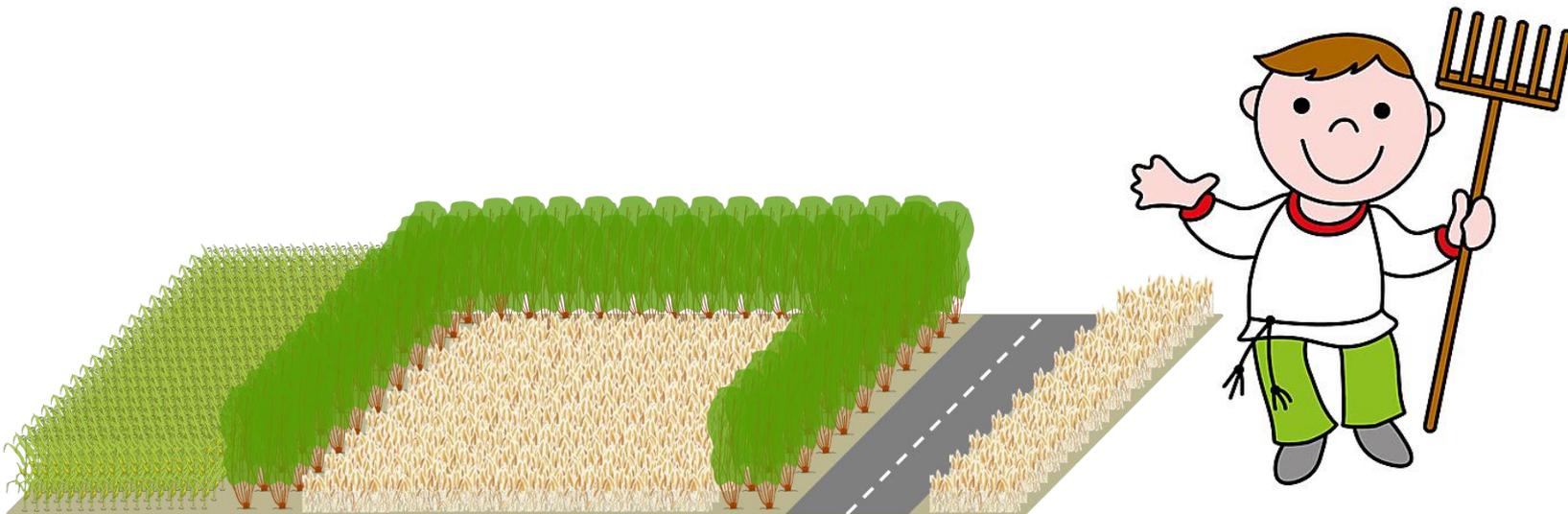
Brandenburgische
Technische Universität
Cottbus - Senftenberg



Innovationsgruppe
AUFWERTEN

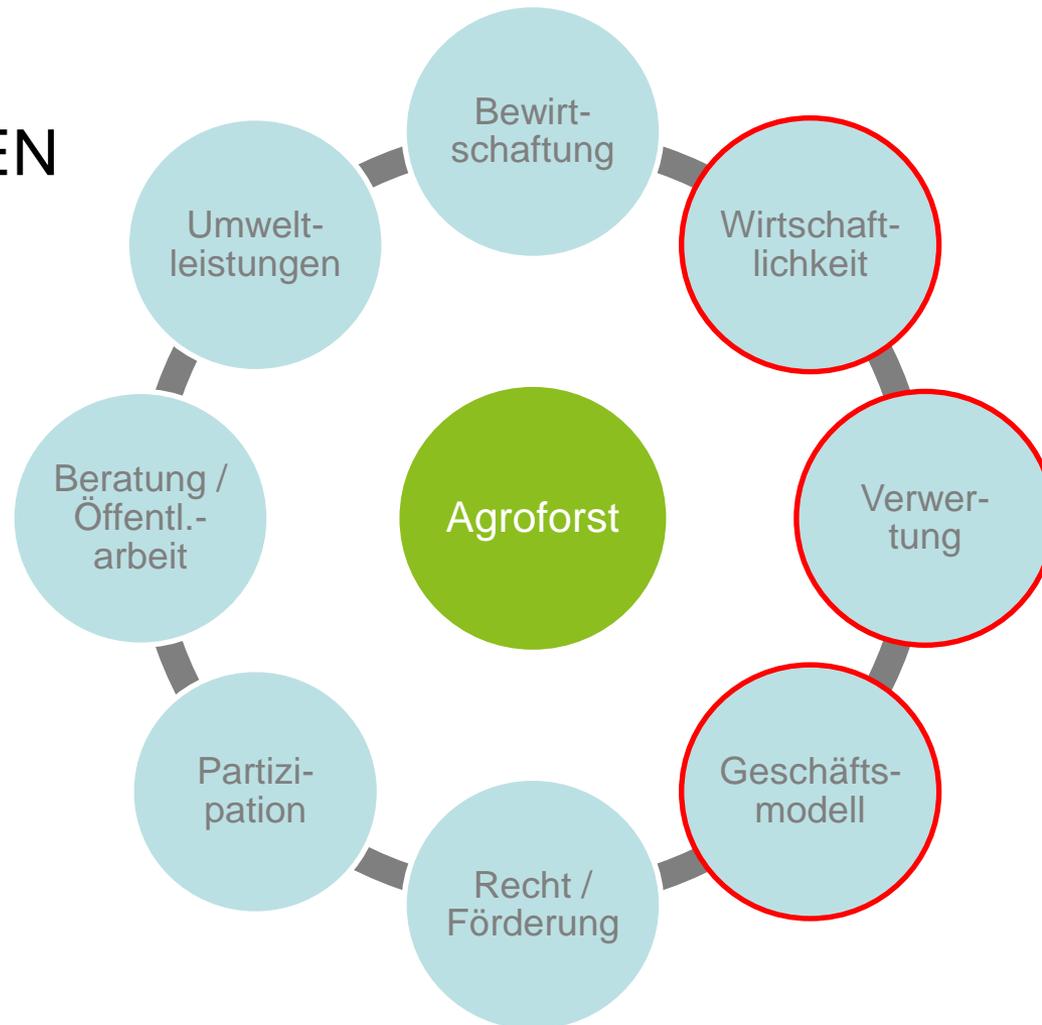
Übergeordnete Zielsetzung

Schaffung von Voraussetzungen für die Umsetzung und Integration agroforstlicher Nutzungskonzepte in die landwirtschaftliche Praxis



©www.ClipProject.info

Arbeitsfelder bei AUFWERTEN



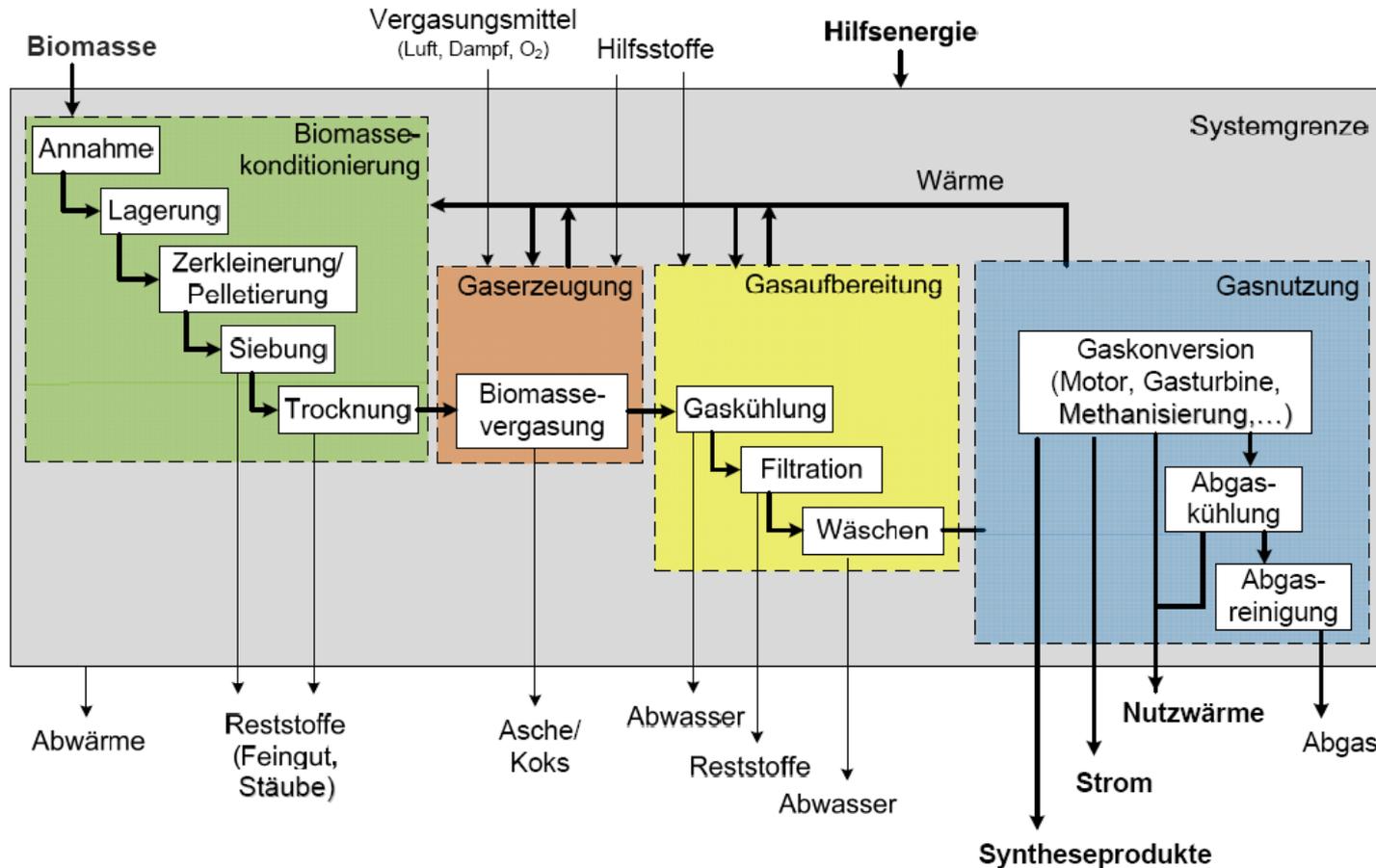
Energetische Verwertung von Holzhackschnitteln

Am Beispiel einer Anlage mit Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) → Holzvergaser-BHKW

Vorteile: gleichzeitige Bereitstellung von Strom u. Wärme (Bedarf, Vergütung), kleintechnisch, dezentral, regionale Wertschöpfungsketten

Nachteile: relativ hohe Qualitätsanforderungen an den Brennstoff (Größe, Wassergehalt, Feinanteil), Betreuungsaufwand





grundsätzlicher Aufbau von Biomassevergasungsanlagen mit KWK

Bildquelle: http://www.bioenergie-regionen.de/fileadmin/bioenergie-regionen/dateien/Vortrag_2010-03-09_Feste_Biomasse_in_kleintechnischer_KWK_DBFZ.pdf

Wann lohnt sich ein Holzvergaser-BHKW?

- vor Ort vorhandener (preisgünstiger) Brennstoff (der auch den Qualitätsanforderungen entspricht)
- zur Grundlastdeckung eines Strom- u. Wärmebedarfs
- hohe Stromvergütung (altes EEG)
- hoher ganzjähriger Wärmebedarf vor Ort vorhanden
- Eigenstromnutzung (nur bei entsprechend hohem Strombedarf)
- Betreuung/Wartung der Anlage ist kurzfristig möglich („Hofanlage“)
- persönliches Interesse des Betreibers an der Holzvergasung

Probleme:

- mangelnde Brennstoffqualität durch unzureichende/unpassende Brennstoffaufbereitung
- teilweise keine geeignete Anlagenkonfiguration (Nutzungskonzept)
- im Vergleich relativ hoher Betreuungsaufwand
- langfristige Investition

Wie wirtschaftlich sind Anbau und Verwertung von Energieholz aus Agroforstwirtschaft in einem südbrandenburgischen Landwirtschaftsbetrieb?

- Kombination des **Agroforstsystems (AFS)** mit einem Holzvergaser-BHKW
- Statische Wirtschaftlichkeitsabschätzung in Anlehnung an VDI 2067
- Berechnung der Annuität und der Amortisationsdauer
- Variation ausgewählter Parameter



Bilderquelle: Thomas Domin



Vorgehen:

AFS durch BTU

- Ermittlung der Bewirtschaftungskosten des AFS (Flächenvorbereitung, Pflanzung, Pflege, Ernte, Rodung)
- Festlegung der AFS-Gehölzflächengröße, der Umtriebszeit und des Betrachtungszeitraumes
- Annahme des Ertrages aus dem AFS
- Annahme HS-Marktpreis
- Berechnung der Bereitstellungskosten von HS aus dem AFS

KWK-Anlage durch HSZG

- Erfassung des Energiebedarfs Beispielbetrieb
- Auswahl der KWK-Anlagenleistungsgröße
- Ermittlung der Kosten bzgl. KWK-Anlage (Investitionskosten, Betriebskosten, Kapitalkosten, Abschreibung, verbrauchsgebundene und betriebsgebundene Kosten)
- Ermittlung der Erlöse (Vergütung von Strom und Wärme)
- Abschätzung der statischen Wirtschaftlichkeit

Annahmen/Parameter Beispielbetrieb:

AFS

Fläche Gehölzkultur:	5 ha
Umtriebszeit:	4 a
Baumart:	Pappel
HS-Ertrag:	16,7 t _{FM} /ha*a
Wassergehalt FM:	55 Ma.-%
Mehraufwand Bewirtschaftung:	5 %
Bewirtschaftungskosten:	7.000 €/a
Marktpreis HS:	45 €/t _{FM}
Trocknungskosten HS:	4 €/Srm

KWK-Anlage

Leistung:	30 kW _{el} 72 kW _{th}
Spez. Investitionskosten:	5.000 €/kW _{el}
Betriebsstunden pro Jahr:	7.350 h/a
Brennstoffbedarf:	30 kg/h
Wassergehalt Brst.:	10 Ma.-%
Personalaufwand:	0,5 h/d
Stromvergütung EEG:	0,13 €/kWh
Wärmevergütung:	0,05 €/kWh

Allgemein

Betrachtungszeitraum:	20 a
Zinssatz:	4 %
Abschreibung Anlage:	20 a
Abschreibung Gebäude:	20 a

Zwischenergebnisse Beispielbetrieb:

- Soll der Brennstoffbedarf komplett aus dem AFS gedeckt werden, wären ca. **26 ha Gehölzfläche** notwendig (ca. 10% der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche des Landwirtschaftsbetriebes)
 - HS-Bereitstellungspreis aus dem AFS: **21 €/t_FM** (Marktpreis ca. 45 €/t_FM)
 - Berücksichtigung von HS-Zukauf zum Marktpreis und Trocknung der HS auf 10 Ma.-% Wassergehalt → Preis des Brennstoffes für KWK-Anlage: **103 €/t**
 - Annuität nach Ende Betrachtungszeitraum:
bei 100% Ackerkultur = 114 €/ha; bei 100% Gehölzkultur = 368 €/ha,
→ Agrarholzanbau lukrativer als Ackerbau!
-
- Anlagenwärmeleistung ca. 72 kW → benötigte Trocknungswärme ca. 29 kW + vorhandener Wärmebedarf am Standort ca. 43 kW
 - Wärmebedarfsdeckung zu 100% möglich (Grundlast, keine Spitzenlast!)

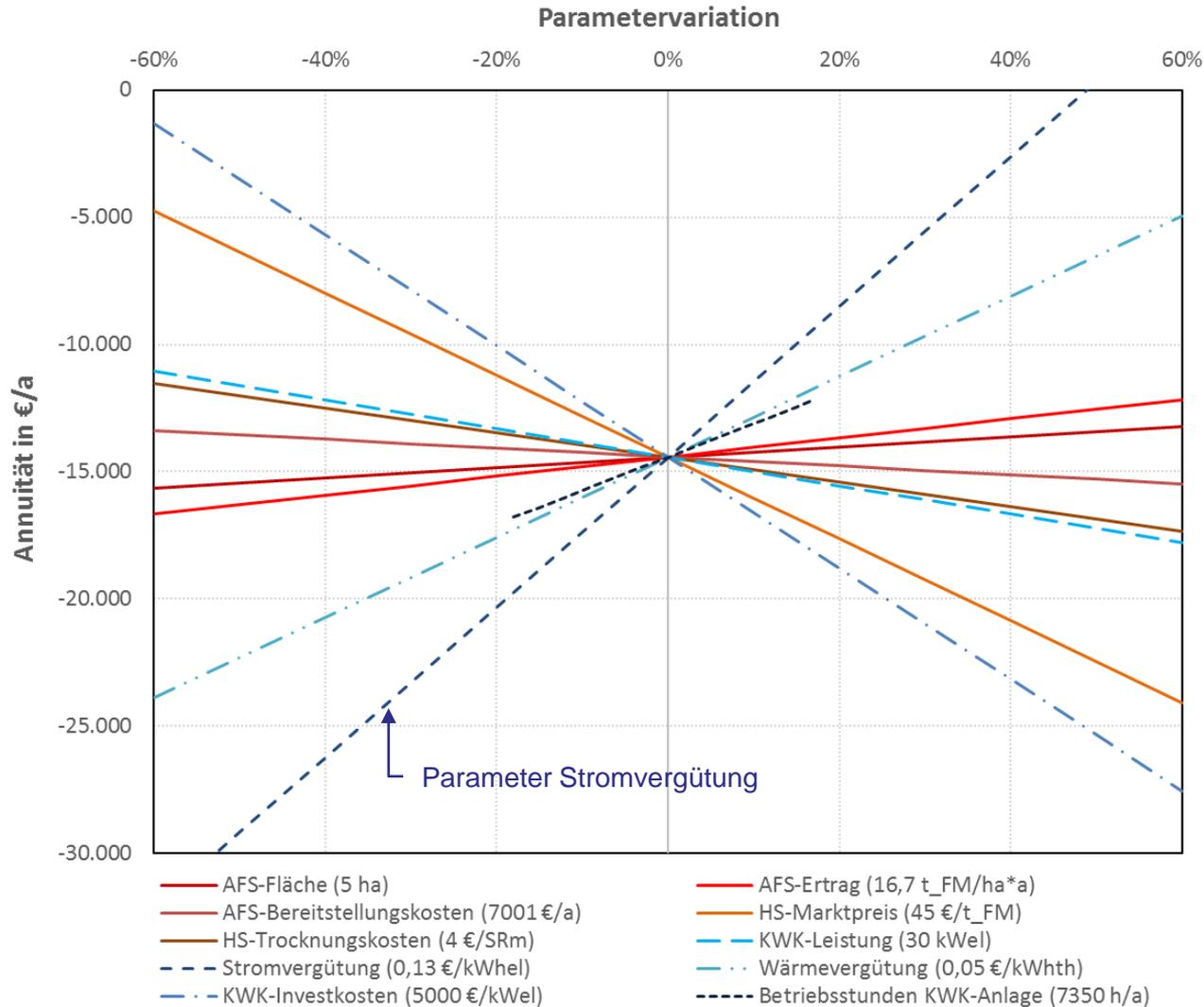
Resultat der Wirtschaftlichkeitsabschätzung Beispielbetrieb:

Annuität (\emptyset über 20 a): **-14.423 €/a**
Amortisationsdauer: keine

Nächster Schritt: Variation der Parameter ($\pm 10...60\%$ vom Ausgangswert)

▪ Fläche AFS	2...8	ha
▪ Ertrag AFS	6,7...26,7	t _{FM} /ha*a
▪ Bereitstellungskosten AFS	2.801...11.202	€/ha
▪ Marktpreis HS	18...72	€/t _{FM}
▪ Trocknungskosten HS	1,6...6,4	€/Srm
▪ KWK-Anlagenleistungsgröße	12...48	kW _{el}
▪ Stromvergütung	0,054...0,214	€/kWh
▪ Wärmevergütung	0,02...0,08	€/kWh
▪ Investitionskosten KWK-Anlage	2.000...8.000	€/kW _{el}
▪ Jahresbetriebsstunden	6.027...8.600	h/a

Sensitivitätsrechnung der Annuität bei Variation ausgewählter Parameter



Stromvergütung, Fall Eigenstromversorgung

Von Stromeinspeisung und Vergütung nach EEG hin zur Deckung des Stromeigenbedarfs! (Beachtung von Grund- und Spitzenlast)

Vorhandener Eigenstrombedarf:

Biogasanlage, Büro/Haus und Hofladen: 14,9 kW
Eigenbedarf KWK-Anlage (5% von P_{el}): 1,5 kW → $\Sigma = \underline{16,4 \text{ kW}}$

Strombezugspreis (Annahme): 0,26 €/kWh

EEG-Umlage 2016: 6,354 ct/kWh, davon 35% zu zahlen

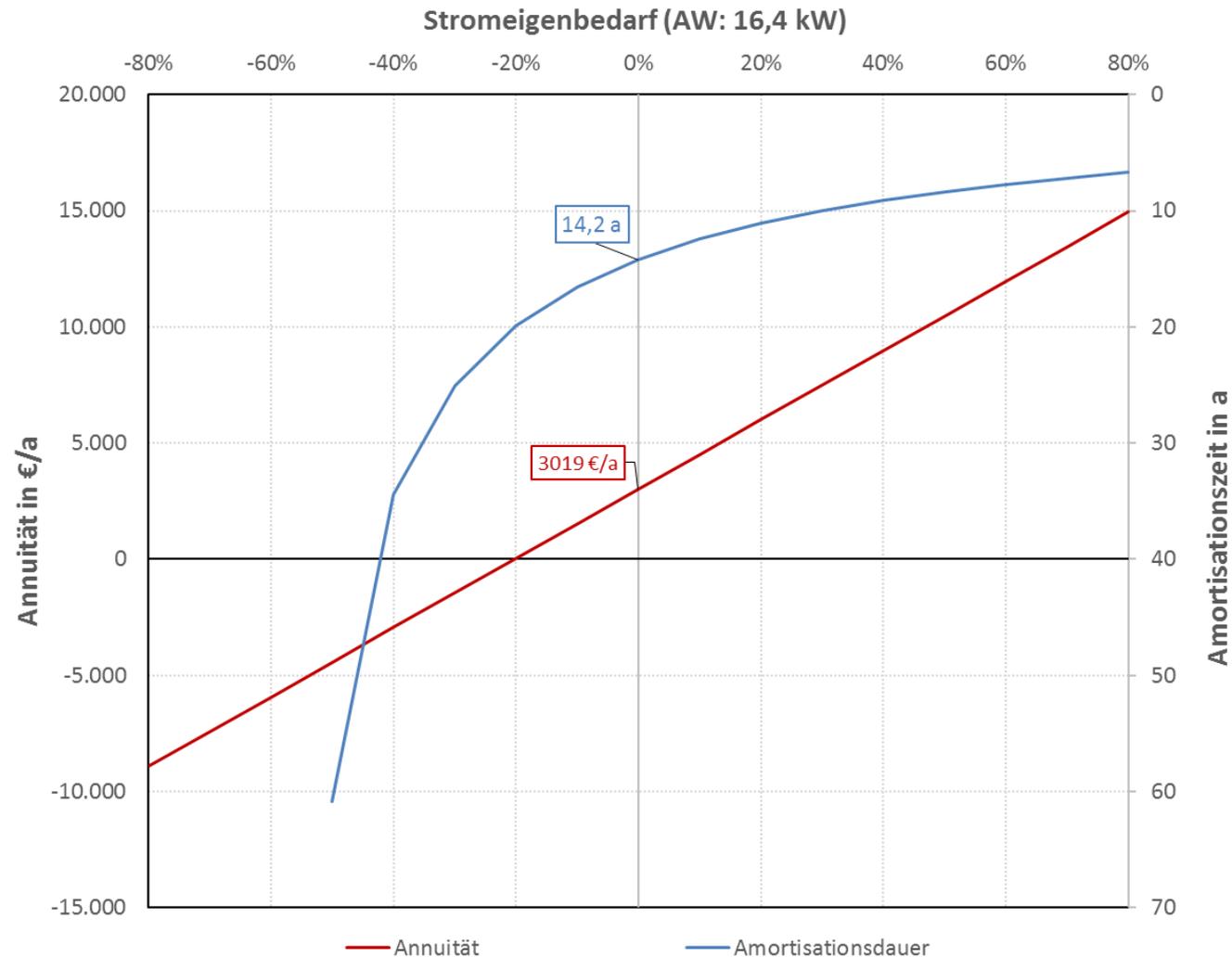
→ Stromvergütung für Eigenbedarf: 0,24 €/kWh

Resultat der Wirtschaftlichkeitsabschätzung bei Eigenstromnutzung:

Annuität (\emptyset über 20 a): **3.019 €/a**

Amortisationsdauer: 14,2 a

Sensitivitätsrechnung Annuität/Amortisationsdauer bei Variation des Stromeigenbedarfs



Wie wirtschaftlich sind Anbau und Verwertung von Energieholz aus Agroforstwirtschaft in einem südbrandenburgischen Landwirtschaftsbetrieb?

Zusammenfassung/Fazit

- Bereitstellungskosten der HS aus dem AFS ca. 21 €/t_FM
- für das Praxisbeispiel: Agrarholzanbau lukrativer als Ackerbau
- bei energetischer Nutzung der HS in einem Holzvergaser-BHKW und Stromeinspeisung: negative Annuität = keine Wirtschaftlichkeit
- negative Beeinflussung der Wirtschaftlichkeit durch Holzvergaser-BHKW (konstante Kosten, gesunkene Erlöse durch Novellierung EEG)
- Eigenstromnutzung und entsprechende Vergütung kann zur Wirtschaftlichkeit führen (in Abhängigkeit des existierenden Eigenstrombedarfs)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Roman Schneider (R.Schneider@hszg.de)
Hochschule Zittau/Görlitz



Bildquelle: C. Böhm, Ökologischer und ökonomischer Mehrwert durch die Bereitstellung holzartiger Biomasse aus Agroforstsystemen, BTU Cottbus, 2016