

Abschlussbericht

Untersuchung zur Nutzung der
Stromüberschüsse der PV Anlage für den
vorhandenen Fuhrpark



Abbildung: Google Maps

Bitte zitieren als:

Hochschule Hamm-Lippstadt | Werkbank Sektorenkopplung (2026): Abschlussbericht Kraienhemke

Autor: Dipl. Ing (FH) Jan Lebek

Impressum

Hochschule Hamm-Lippstadt

Institut für Sektorenkopplung in der Energiewirtschaft (IfSK)

Werkbank Sektorenkopplung

Marker Allee 76-78, 59063 Hamm

E-Mail: sektorenkopplung@hshl.de

Telefon: +49 2381 8789-496

Internet: <https://werkbanksektorenkopplung.de>

Hamm, Juli 2026

Haftungshinweis

Die Hochschule Hamm-Lippstadt kann für in diesem Bericht getätigten Berechnungen, Aussagen und Bewertungen weder haftbar gemacht, noch können Schadenersatzansprüche bei tatsächlichen Abweichungen in einem späteren realen Betrieb geltend gemacht werden. Für eine detaillierte technische Beratung einschließlich der aktuellen Fördermöglichkeiten sowie eine vertiefte Analyse und Planung für die Umsetzung der in dieser Untersuchung betrachteten Maßnahmen wird empfohlen, ein qualifiziertes Fachunternehmen oder eine Energieberaterin/einen Energieberater einzubinden.

Inhaltsverzeichnis:

1. Einleitung	5
2. Allgemeine Informationen zum Unternehmen	5
3. Technische Infrastruktur der Energieerzeugung	6
4. Analyse der Lastprofile und Simulationsergebnisse	6
5. Potenzialanalyse Fuhrpark-Elektrifizierung	7
6. Analyse des Eigenverbrauchs durch Elektrifizierung des „Bullis“	7
7. Strategische Handlungsempfehlungen	8
8. Zusammenfassung	9

Glossar:

Sektorenkopplung	Vernetzung der Bereiche Strom, Wärme und Mobilität durch technische und organisatorische Maßnahmen zur effizienteren Nutzung erneuerbarer Energie
Photovoltaik (PV)	Stromerzeugung aus Sonnenlicht mittels Solarzellen auf Dach- oder Freiflächen
kWp (Kilowatt Peak)	Nennleistung einer PV-Anlage unter Standardtestbedingungen; Maß für die maximale Erzeugungsleistung
kWh (Kilowattstunde)	Energieeinheit; gibt an, wie viel elektrische Energie verbraucht, gespeichert oder erzeugt wurde
Eigenverbrauch	Anteil des vor Ort erzeugten PV-Stroms, der direkt im Betrieb genutzt wird
Autarkiegrad	Anteil des Gesamtstrombedarfs, der aus eigener Erzeugung (PV und Speicher) gedeckt wird
PV-Überschuss	Momentane PV-Erzeugung, die den gleichzeitigen Verbrauch übersteigt und gespeichert, verbraucht oder ins Netz eingespeist werden kann
Grundlast	Dauerhaft anliegende Mindestlast (Leistungsbedarf), unabhängig von Tageszeit oder Produktion
Lastprofil	Zeitlicher Verlauf von Stromverbrauch und -erzeugung innerhalb eines Tages oder Jahres
Netzeinspeisung	Abgabe von überschüssigem, vor Ort erzeugtem Strom in das öffentliche Netz
Einspeisevergütung	Vergütungssatz pro eingespeister Kilowattstunde für ins Netz gelieferten PV-Strom
Wechselrichter	Gerät, das Gleichstrom (DC) von der PV-Anlage in netzkompatiblen Wechselstrom (AC) umwandelt
Batteriespeicher (brutto/netto)	Brutto: physische Gesamtkapazität; Netto: nutzbare Kapazität unter Berücksichtigung von Schutz- und Pufferbereichen
Speicherdynamik	Typisches Lade- und Entladeverhalten des Speichers im Tagesverlauf
Lademanagement	Steuerung von Ladezeiten und -leistungen (z.B. von E-Fahrzeugen) zur Nutzung von PV-Überschüssen
Ladefenster	Zeitfenster, in denen E-Fahrzeuge gezielt geladen werden (z.B. nach Marktrückkehr bei hoher PV-Erzeugung)
AC/DC-Ladung	AC-Ladung: Laden über Wechselstrom am On-Board-Lader; DC-Ladung: Gleichstrom-Schnellladen über externe Leistungselektronik
Ladeleistung (kW)	Momentane Leistung, mit der ein E-Fahrzeug geladen wird; bestimmt die Ladedauer
State of Charge (SoC)	Ladezustand der Batterie in Prozent; beeinflusst Ladeleistung und Reichweite
Fuhrpark-Elektrifizierung	Umstellung von Verbrennern auf Elektrofahrzeuge zur Senkung von Energieverbrauch und Emissionen

Wirkungsgrad	Verhältnis von nutzbarer Energieabgabe zur Energieaufnahme; bei E-Motoren deutlich höher als bei Verbrennern
Primärenergiebedarf	Energiemenge, die an der Quelle (z.B. Mineralöl) eingesetzt werden muss, um den Endenergiebedarf zu decken
Hydroponik	Pflanzenanbau in Nährlösungen ohne Erde; erfordert spezielle Infrastruktur
Klima-Split-Geräte	Klimageräte mit Innen- und Außeneinheit; dienen hier zur Kühlung der Lagerbereiche
Tiefkühl-Kompressor	Verdichter im Kälteaggregat für Tiefkühlagerung
Hausanschlussleistung	Maximal zulässige Leistung am Netzanschlusspunkt
SolarEdge-Portal	Monitoring-Plattform zur Auswertung von PV-Erzeugung, Verbrauch und Speicherzuständen
Baseline (IST-Zustand)	Referenzszenario mit heutiger Anlagenauslegung ohne zusätzliche Maßnahmen
Szenarioanalyse	Vergleich alternativer Auslegungen oder Strategien auf Kennwerte wie Autarkie und Eigenverbrauch
Solarer Deckungsanteil, E-Fahrzeuge	Anteil der Fahrleistung eines E-Fahrzeugs, der direkt mit eigenem PV-Strom gedeckt wird
Netzbezug	Strommenge, die aus dem öffentlichen Netz bezogen wird, wenn Eigenproduktion und Speicher nicht ausreichen
Mercedes-Benz eVito	Geplantes E-Transporter-Modell (62,2 kWh) als Ersatz für den vorhandenen Ford Transit
Ford Transit ("Bulli")	Bestehender Transporter im Betrieb; Referenzfahrzeug für die Elektrifizierungsanalyse

Tabellenverzeichnis:

Tabelle 1: Informationen zum Unternehmen	5
Tabelle 2: Technische Infrastruktur der Energieerzeugung	6
Tabelle 3: Aktueller Fuhrpark	7
Tabelle 4: Wöchentliche Nutzung des Bullis	7
Tabelle 5: Ergebnisse der Simulation eines elektrischen „Bullis“ hinsichtlich Verbrauch, Autarkie und solarer Deckungsanteil	8

1. Einleitung

Dieser Bericht wurde im Rahmen des Projekts „Werkbank Sektorenkopplung“ erstellt, das durch das Institut für Sektorenkopplung in der Energiewende (IfSK) der Hochschule Hamm-Lippstadt (HSHL) durchgeführt wird. Zielsetzung des Projekts ist es, die bestehenden, überwiegend fossil und sektoral getrennten Energiesektoren Strom, Wärme und Mobilität durch intelligente Technologien der Sektorenkopplung klimafreundlich zu vernetzen. Dies geschieht durch einen wechselseitigen Wissens- und Technologietransfer zwischen dem Projekt und den Marktakteuren in der Region Hamm sowie den Landkreisen Warendorf, Soest und Unna.

Konkret wurden in diesem Projekt das folgende Arbeitspaket bearbeitet:

Arbeitspaket: Nutzung der Stromüberschüsse der PV Anlage für den vorhandenen Fuhrpark

- Aufnahme des energetischen IST-Zustandes
- Analyse der Energieflüsse (unterstützt durch Simulationen)
- Bewertung des Sektorenkopplungspotenzials
- Erstellung von Handlungsempfehlungen

2. Allgemeine Informationen zum Unternehmen

Der Hof Kraienhemke, ansässig in der Hölter 12 in Hamm, ist ein traditionsreicher landwirtschaftlicher Betrieb, der heute in der vierten Generation geführt wird. Das Unternehmen zeichnet sich durch eine konsequente Ausrichtung auf die Direktvermarktung und moderne Anbaumethoden aus.

Betriebszweige:

- **Gemüsebau:** Bewirtschaftung von 5 ha Ackerland sowie 1500 m² spezialisierten Hydroponik-Gewächshäusern.
- **Direktvermarktung:** Vertrieb der Erzeugnisse über den eigenen Hofladen sowie regionale Wochenmärkte.
- **Geflügelhaltung:** Betriebseigene Haltung von ca. 500 Hühnern.
- **Energiespezifisches Profil:** Eine Besonderheit des Standorts ist das Fehlen eines spezifischen Wärmebedarfs im Hofladen-Bereich, da die Abwärme der dort betriebenen Geräte nach Aussage des Betriebes bereits ausreicht, dass selbst bei -5°C Außentemperatur nicht geheizt werden muss. Im Gegenzug besteht jedoch ein ganzjährig hoher Kühlbedarf für die Lagerung der Frischwaren, der durch drei Klima-Split-Geräte und einen Tiefkühl-Kompressor gedeckt wird. Dieser Kühlbedarf korreliert natürlicherweise stark mit der Sonneneinstrahlung, was eine ideale Ausgangslage für die Eigenstromnutzung darstellt.

Tabelle 1: Informationen zum Unternehmen

Merkmal	Details
Name	Hof Kraienhemke
Standort	Hölter 12, 59075 Hamm
Betriebsform	Gemüsebau in 4. Generation mit Direktvermarktung
Infrastruktur	5 ha Acker, 1500 m ² Hydroponik-Gewächshäuser, 500 Hühner
Vermarktung	Hofladen, Wochenmärkte

3. Technische Infrastruktur der Energieerzeugung

Die Energiebasis des Betriebs bildet eine 72 kWp Photovoltaikanlage, die auf den Dachflächen des Hofladens installiert wurde. Die folgende Tabelle fasst die technischen Rahmendaten zusammen:|

Tabelle 2: Technische Infrastruktur der Energieerzeugung

Komponente / Kennzahl	Details
Installierte PV-Leistung	72 kWp
Ausrichtung	Süd, Ost, West (optimierte Abdeckung des Tagesverlaufs)
Wechselrichter	4 SolarEdge Wechselrichter
Speichersystem	18,4 kWh (DC-Anbindung)
Inbetriebnahme	27.08.2025
Energiebilanz (extrapoliert)	Jährlicher Stromverbrauch ca. 90.000 kWh vs. PV-Produktion von 60.000 – 70.000 kWh
Wirtschaftlichkeit	Einspeisevergütung ca. 4 - 5 ct/kWh

4. Analyse der Lastprofile und Simulationsergebnisse

Die Auswertung der SolarEdge-Portaldaten (Zeitraum Okt. 2025 – Mai 2026) sowie softwaregestützte Simulationen liefern klare Erkenntnisse über Optimierungspotenziale.

Kernmetriken der Analyse:

- **Grundlast:** Identifikation einer konstanten Grundlast von 4 – 6 kW (validiert durch flache Profile an Sonntagen).
- **PV-Überschuss:** Zwischen 08:00 und 18:00 Uhr stehen regelmäßig Überschüsse von 5 – 20 kW zur Verfügung. Bemerkenswert ist, dass aufgrund der Anlagengröße selbst in den "dunklen" Wintermonaten nennenswerte Netzeinspeisungen von über 100 kWh pro Monat im Dezember und Januar erfolgen.
- **Speicherdynamik:** Das physische System (18,7 kWh) wird in der Simulation mit 18,4 kWh abgebildet. Aktuell ist der Speicher meist gegen 13:00 Uhr vollgeladen, erschöpft sich jedoch gegen Mitternacht, was zu nächtlichem Netzbezug führt.
- **Sektorenkopplung Kühlung:** Der hohe Kühlbedarf der Klima-Split-Geräte ist ein Vorteil, da die Lastspitzen der Kühlung zeitlich mit der maximalen PV-Erzeugung zusammenfallen.

Simulation der Autarkiegrade: Der Vergleich zeigt, dass eine Speichererweiterung bis 73,6 kWh den Autarkiegrad signifikant verbessert, während eine extreme Überdimensionierung abnehmende Grenzerträge liefert:

- **IST-Zustand (Baseline):** 51,5 % Autarkie.
- **Szenario Batterieerweiterung (27,3 kWh, simuliert):** 53,9 % Autarkie (geplante Investition).
- **Sinnvolles Maximum (73,6 kWh, simuliert):** 63,5 % Autarkie (gemäß 1:1 Verhältnis PV/Batterie nach HTW-Empfehlung).

5. Potenzialanalyse Fuhrpark-Elektrifizierung

Der Fuhrpark stellt den entscheidenden Hebel dar, um den PV-Eigenverbrauch durch Sektorenkopplung zu maximieren und die Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen zu reduzieren.

Energetische Effizienz: Durch den Wechsel auf elektrische Antriebe reduziert sich der Primärenergiebedarf des Fuhrparks von ca. 54.000 kWh (Benzin/Diesel) auf ca. 16.000 kWh (elektrisch). Dieser massive Rückgang resultiert aus dem überlegenen Wirkungsgrad von Elektromotoren. Ein Verbrenner kann im Vergleich nur ca. 30 % der zugeführten Energie für den Antrieb nutzen, während ein E-Fahrzeug 90% nutzt.¹

Gegenüberstellung und Priorisierung:

Tabelle 3: Aktueller Fuhrpark

Fahrzeug	Jährliche Fahrleistung	Benzin/Diesel-Verbrauch (Ist) ²	Energiebedarf (elektrisch)	Fokus Umstieg
„Bulli“ (Ford Transit)	20.000 km	10 l/100 km (20.000 kWh/a)	6.000 kWh/a	Ja (kurzfristig)
VW Passat	12.000 km	6,5 l/100 km (7.800 kWh/a)	2.500 kWh/a	Ja (perspektivisch)
Radlader	-	1.000 l/a (10.000 kWh/a)	3.000 kWh/a	Nein
LKW 7,49t	< 2.000 km	20-25 l/100 km (< 5.000 kWh/a)	1.200 kWh/a	Nein (1)
Suzuki Jimny	8.000 km	7,5 l/100 km (6.000 kWh/a)	1.800 kWh/a	Nein (2)
Traktor (John Deere)	-	500 l/a (5.000 kWh/a)	1.500 kWh/a	Nein

(1) LKW aufgrund komplexer Kühlaggregat-Anforderungen und Kurzstrecke aktuell nachrangig. (2) Jimny als Freizeitfahrzeug mit geringer Relevanz für den Wirtschaftsbetrieb.

In Rücksprache mit der Familien Kraienhemke wurde der primäre Fokus auf den „Bulli“ und perspektivischen den Passat gelegt.

6. Analyse des Eigenverbrauchs durch Elektrifizierung des „Bullis“

Der „Bulli“ wird u.a. für den Transport der Waren zu den Wochenmärkten genutzt. Knapp die Hälfte der Fahrleistung bzw. des Verbrauchs entfällt auf diese Fahrten.

Tabelle 4: Wöchentliche Nutzung des Bullis

Fahrzeug	Einsatzzweck	Nutzungszeitraum (Woche)	Nutzungszeitraum (Tag)	Fahrleistung	Verbrauch ³	Summe
„Bulli“	Wochenmarkt Hamm	Samstag	6 Uhr Hin-, 8 Uhr Rückfahrt 12 Uhr Hin-, 14 Uhr Rückfahrt	2x 17,8 km	8,8 kWh	92 kWh
	Wochenmarkt Werne	Dienstag, Freitag	5 Uhr Hin-, 7 Uhr Rückfahrt	2x 24,4 km	12,2 kWh	

¹ Quelle: <https://wua-wien.at/energie/energieeffizienz/1440-elektromotor73>

² Ein Liter Benzin oder Diesel hat einen Energiegehalt von ca. 10 kWh.

³ Gerechnet mit einem Verbrauch von 25 kWh/100km.

			11 Uhr Hin-, 13 Uhr Rückfahrt			
	Großhandel (Dortmund)	Donnerstag	2 Uhr Hin-, 4 Uhr Rückfahrt	1x 85 km	21 kWh	
	Sonstiges	Montag - Sonntag		200 km	50 kWh	

Die Familie möchte einen Mercedes-Benz eVito anschaffen. Auf Basis der Angaben der Familie wurde die Simulation erweitert. Die Ladung erfolgt primäre mit solaren Überschüssen. Die Ladeleistung wird dabei dynamisch angepasst. Für die Simulation wurden die Zeiten, an denen das Fahrzeug entsprechend Tabelle 4 nicht am Hof ist, für die Ladung herausgenommen. Die Abwesenheit aufgrund von sonstigen Fahrten wurde abgeschätzt und zufällig über die Woche verteilt.

Ergebnis: Von den ca. 20.000 km pro Jahr können über 15.000 km über die eigene PV-Anlage gedeckt werden.

Tabelle 5: Ergebnisse der Simulation eines elektrischen „Bullis“ hinsichtlich Verbrauch, Autarkie und solarer Deckungsanteil

Szenario	Gesamtverbrauch	Eigenverbrauch	Autarkie	Fahrleistung pro Jahr	Davon Solar
Baseline	73.395 kWh	56,6%	51,5%		
Baseline mit 27,3 kWh Batteriespeicher	74.420 kWh	59,3%	53,9%		
Baseline mit 27,3 kWh und eVito	80.466 kWh	59,8%	50,4%	19.293 km	15.662 km

Durch den um ca. 6.000 kWh erhöhten Verbrauch sinkt die Autarkie leicht bei gleichzeitig leicht steigendem Eigenverbrauch.

7. Strategische Handlungsempfehlungen

Basierend auf der technischen Analyse ergeben sich folgende priorisierte Empfehlungen:

- Investition in Speicherkapazität:** Die Erweiterung des Batteriespeichers auf 27,3 kWh (+2 Module à 4,6 kWh) wird empfohlen. Dies puffert die Erzeugungsspitzen besser ab und verkürzt die Zeit des nächtlichen Netzbezugs. Die Erweiterung ist technisch einfach machbar und wird zudem noch finanziell gefördert, weshalb sich diese Investition innerhalb von wenigen Jahren amortisiert.
- Operatives Lademanagement & Lastverschiebung:** Nutzung der spezifischen Standzeiten der Fahrzeuge zur Ladung mit PV-Überschuss. Der „Bulli“ sollte prioritär in seinen Zeitfenstern nach den Marktläufen geladen werden: Dienstags und Freitags nach der Rückkehr aus Werne (ab 13:00 Uhr) sowie samstags nach dem Hamm-Markt (ab 14:00 Uhr). In diesen Fenstern ist die PV-Erzeugung auf ihrem Maximum und der Speicher meist bereits vollständig geladen.
- Wirtschaftliche Hebelwirkung nutzen:** Die Substitution von Diesel durch eigenen PV-Strom bietet eine enorme Rentabilität. Während die Einspeisung nur 4-5 ct/kWh erlöst, spart jede im Fahrzeug genutzte Kilowattstunde den Gegenwert von Diesel (ca. 2 €/l bzw. 20 ct/kWh)⁴. Berücksichtigt man den Wirkungsgradunterschied zwischen einem Verbrenner und Elektromotor, erhöht sich dies weiter, weshalb der Umstieg auf den Mercedes-Benz eVito (62,2 kWh Batterie) als Ersatz für den Ford Transit aus technischer und wirtschaftlicher Sicht empfehlenswert ist.

⁴ Ein Liter Benzin oder Diesel hat einen Energiegehalt von ca. 10 kWh.

8. Zusammenfassung

Der Hof Kraienhemke verfügt über exzellente Voraussetzungen für eine erfolgreiche Sektorenkopplung. Die Übereinstimmung von Kühlbedarf und PV-Erzeugung bildet ein solides Fundament, das durch eine Batterieerweiterung und die Elektrifizierung des "Bullis" (und perspektivisch des Passats) ausgebaut werden kann.