




**HOCHSCHULE NORDHAUSEN**  
University of Applied Sciences



IB Grießhammer



# Energiesystemmodelle – Ein Werkzeug für die Entwicklung der Energiestrategie Kärnten

19. Symposium Energieinnovation 2026 | TU Graz | 11.-13.2.2026

**Albrecht Grießhammer** IB GET-Innovation  
**Viktor Wesselak** Hochschule Nordhausen

AG  
V5 11.2.2026

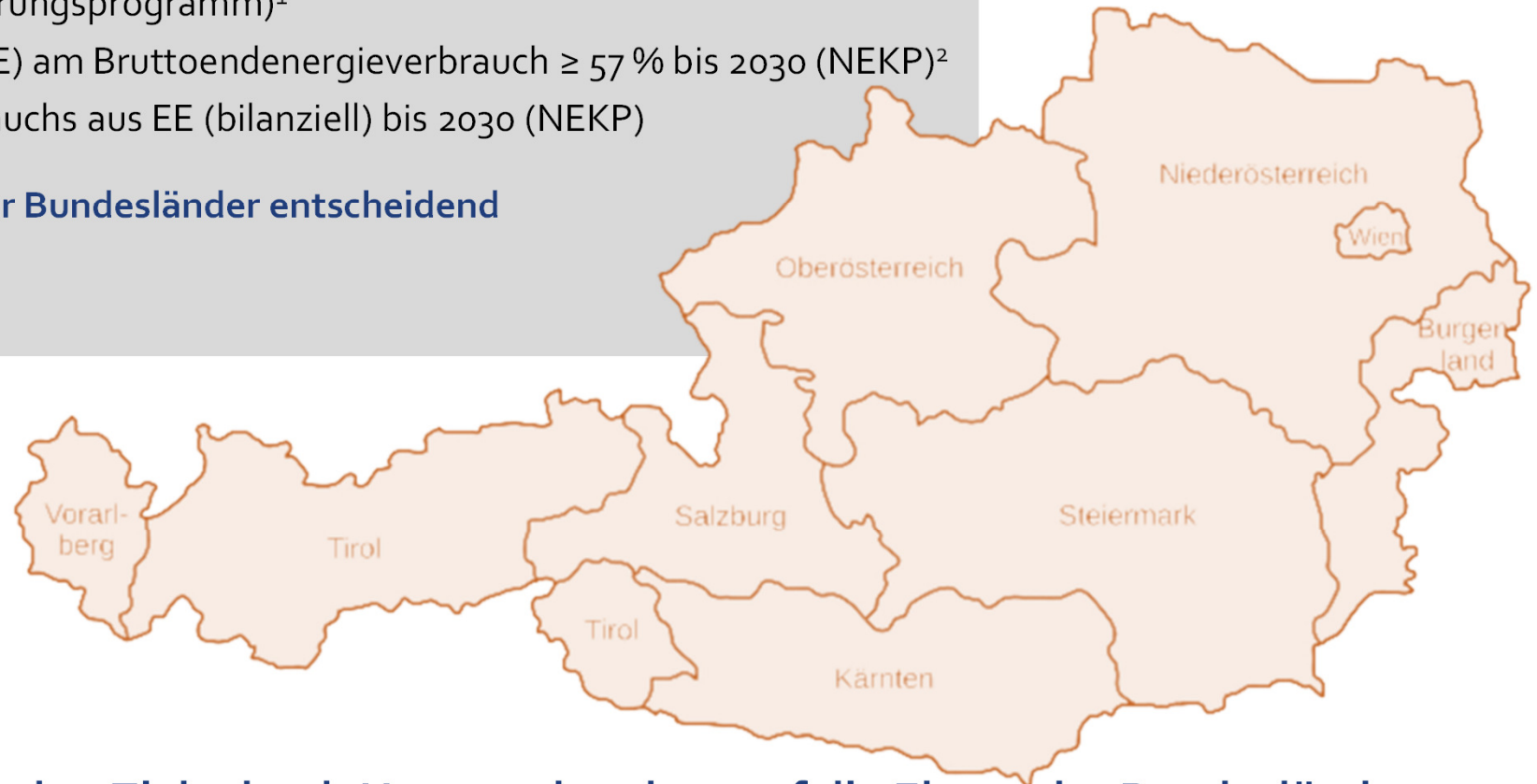
# Motivation und zentrale Fragestellung

## Nationale Ziele:

- Klimaneutralität bis 2040 (Regierungsprogramm)<sup>1</sup>
- Anteil Erneuerbarer Energien (EE) am Bruttoendenergieverbrauch  $\geq 57\%$  bis 2030 (NEKP)<sup>2</sup>
- 100 % Deckung des Stromverbrauchs aus EE (bilanziell) bis 2030 (NEKP)

## Für die Umsetzung ist die Ebene der Bundesländer entscheidend

- Raumordnungsgesetze
- Flächenwidmungspläne



Erreichung der nationalen Ziele durch Herunterbrechen auf die Ebene der Bundesländer

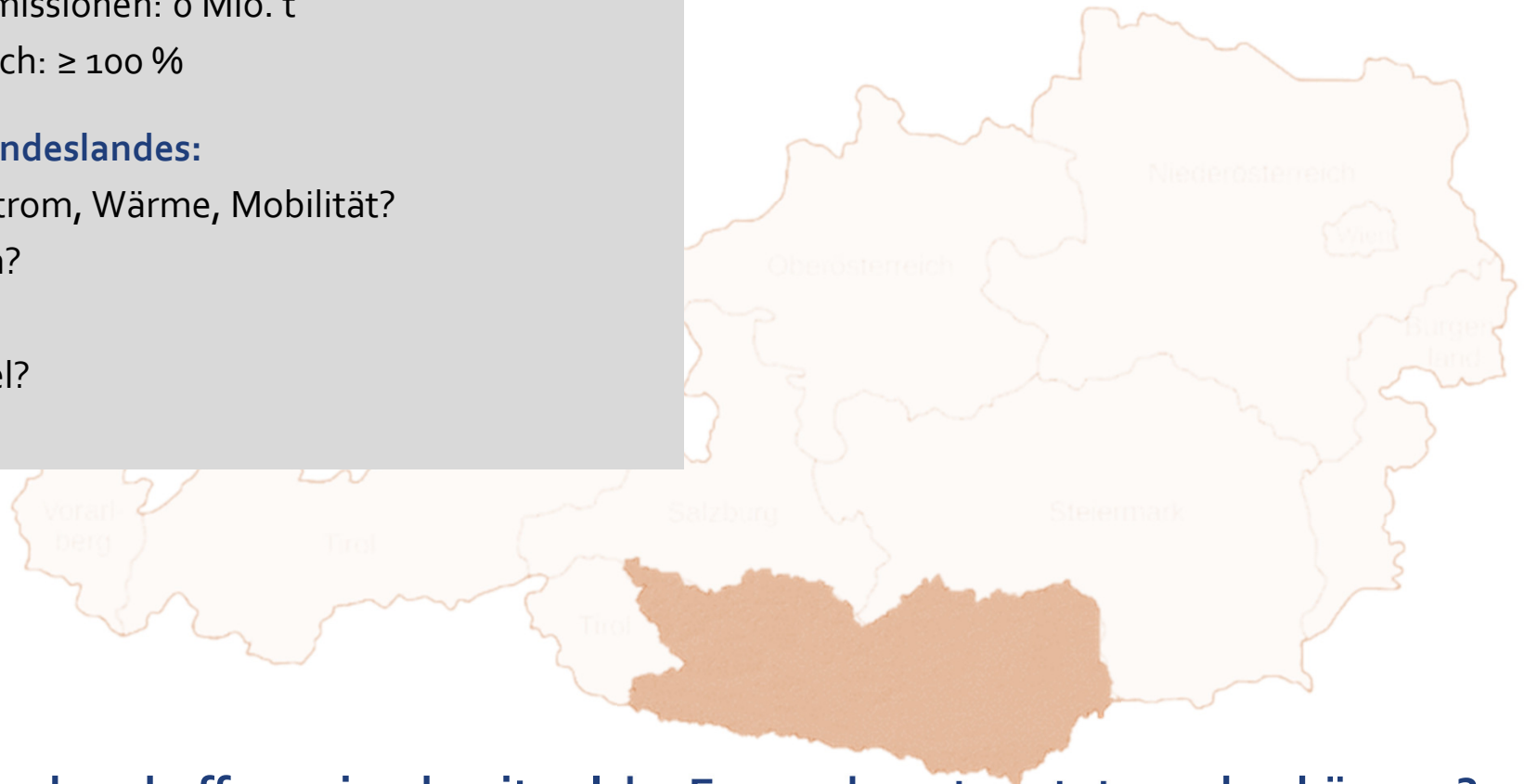
# Motivation und zentrale Fragestellung

## Zielsetzungen Bundesland Kärnten 2040<sup>1</sup> (Auszug):

- Energiebedingte Treibhausgasemissionen: 0 Mio. t
- Anteil EE am Endenergieverbrauch:  $\geq 100\%$

## Fragestellung auf der Ebene des Bundeslandes:

- Welche Endenergiebedarfe an Strom, Wärme, Mobilität?
- Welche Erzeugungstechnologien?
- Welche Speicherbedarfe?
- Kostenoptimales Zusammenspiel?
- Saisonale Einflüsse?



Wie muß ein Werkzeug beschaffen sein, damit solche Fragen beantwortet werden können?

# Methodik – Bilanzierungsraum

## Energien:

- Quellenprinzip
- Kein Flug- und Schiffsverkehr, kein Transport in Rohrfernleitungen
- Kaskadische Nutzung von (importiertem) Holz
- Aliquotierung der Pumpspeicherkraftwerke (nur Speicheranteil)

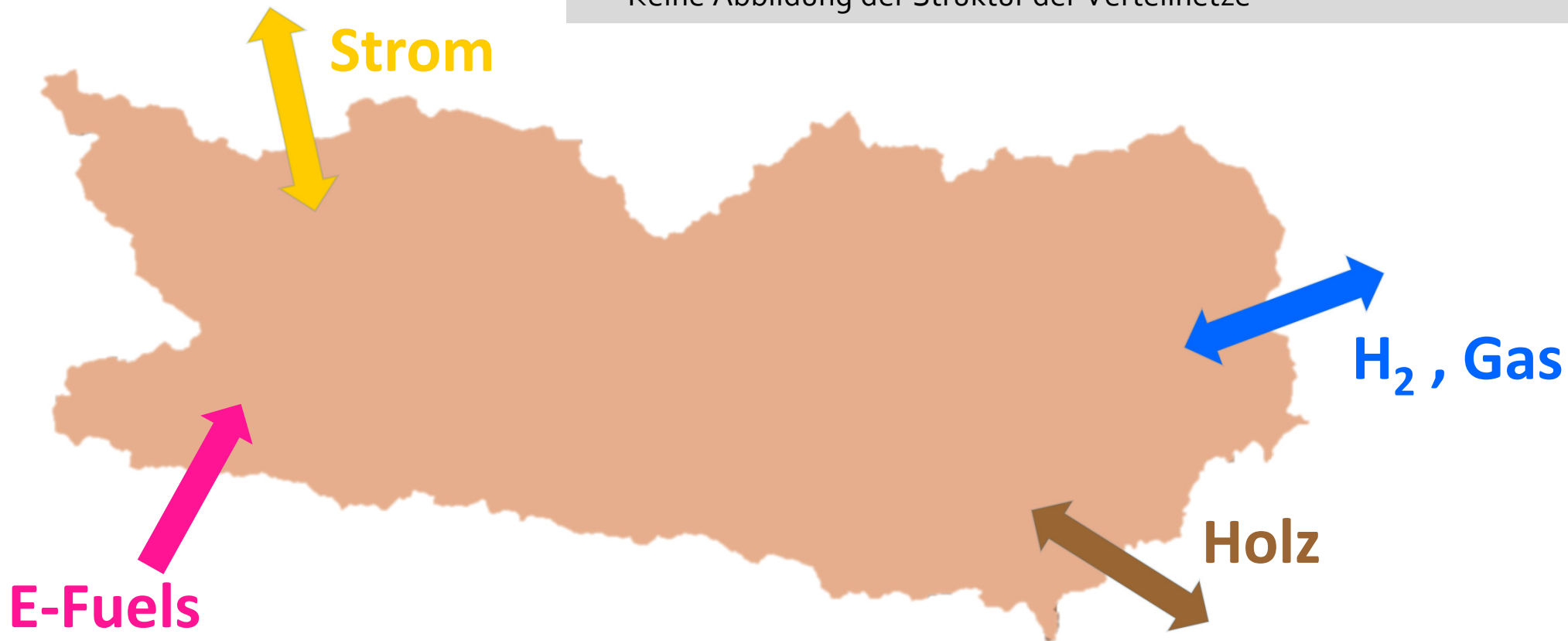
## Kosten:

- Quasi-volkswirtschaftliche Optimierung
- Übertragungsnetze: Leistungs- und Arbeitskosten bei Bezug
- Verteilnetze: Pauschale für Ausbau von Wind und PV

# Methodik – Energieaustausch

## Integration in übergeordnete Energiesysteme

- Leistungsmäßige Ankopplung an Übertragungsnetze
- Keine Abbildung der Struktur der Verteilnetze



# Methodik – Modellierung in oemof<sup>1</sup>

## Eingangsdaten

## Optimierer

## Ergebnisse

Zielvorgaben →

Bedarfe →

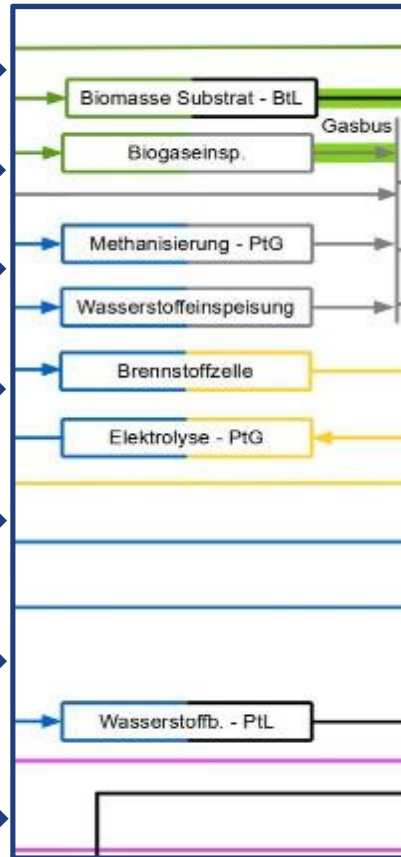
Potenziale →

Technologische Parameter →

Lastprofile →

Erzeugungsprofile →

Energiepreisprofile →



→ Installierte EE-Leistungen

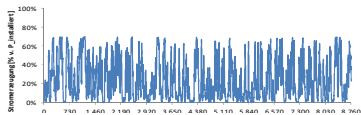
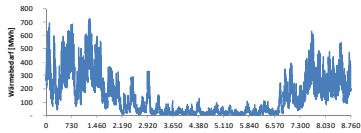
→ Installierte PtX-Leistungen

→ Größe der Speicher

→ Export- und Importströme

→ Gesamtkosten

→ Gesamtemissionen



# Methodik – Energiebedarfsprognose

## Nutz- und Endenergiebedarfe

### Annahmen:

- Beibehaltung des durch den Energieverbrauch gestifteten Nutzen („ohne Komfortverlust“)
- Moderates wirtschaftliches Wachstum, kein Strukturwandel in der Industrie
- Berücksichtigung der Bevölkerungsentwicklung

### Ausgangsbasis:

- Sektorale Nutzenergiebedarfe Kärntens und ihre Bereitstellung über Energiewandler<sup>1</sup>

### Eingangsdaten

Zielvorgaben

Bedarfe

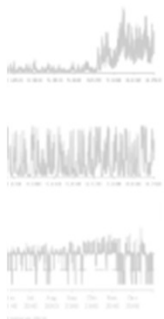
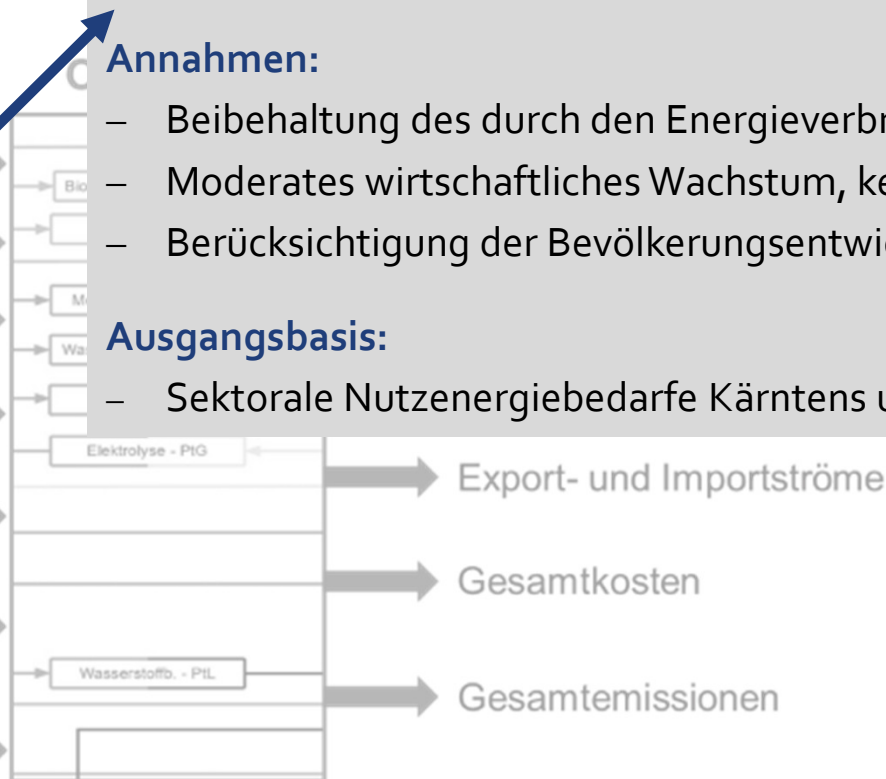
Potenziale

Technologische Parameter

Lastprofile

Erzeugungprofile

Energiepreisprofile



# Methodik – Potenzialanalyse

## Ökologisch nachhaltige technisch-wirtschaftliche Potenziale

### Eingangsdaten

Zielvorgaben

Bedarfe

Potenziale

Technologische Parameter

Lastprofile

Erzeugungprofile

Energiepreisprofile

### Wind und PV:

- Ausschluss von Schutzgebieten, Siedlungen, Verkehrswegen, Landnutzungskonflikten
- Berücksichtigung ökologischer Auflagen (z. B. Vogelzug, Wildtierkorridore)

### Photovoltaik:

- Potenziale getrennt nach Freiflächen-PV, Gebäudegebundener-PV, Agri-PV

### Wasserkraft und Pumpspeicherkraftwerke:

- Neuerschließungspotenziale unter Berücksichtigung ökologischer Schutzgebiete
- Optimierungspotenziale (Effizienzsteigerung, Repowering)

### Biomasse

- Holz: Vorhandener Zuwachs und zusätzliche Durchforstungsreserven
- Energiepflanzen: Max. 10% der vorhandenen Ackerfläche, max. 3% der Grünlandflächen
- Sonstige: Tierische Reststoffe, Bioabfälle, Landschaftspflegegras, Stroh, biogene Abfälle

# Ergebnisse – Bedarfe und Potenziale

## ➔ Erstellung und Parametrierung des Energiesystemmodells Kärnten

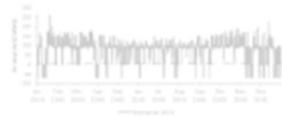
### Zusammenfassung Eingangsdaten

#### Energiebedarfsprognose (2040):

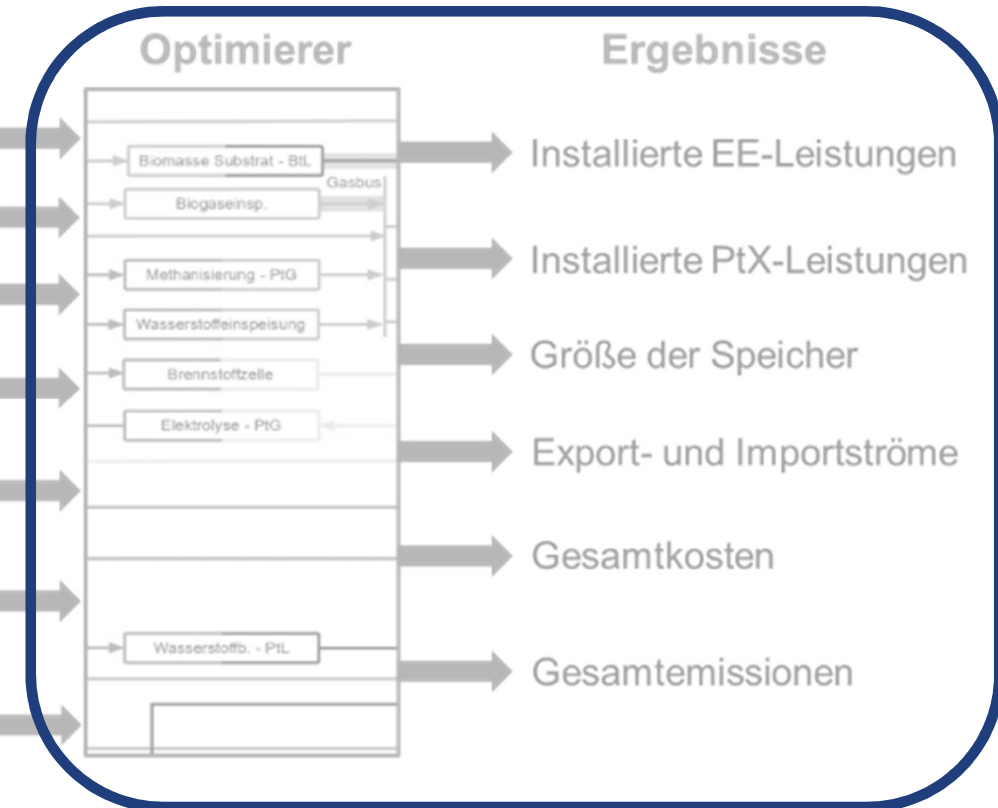
- Effizienzpotenziale Raumwärme (Sanierung, Wärmepumpen)
- Effizienzpotenziale Verkehrssektor (Elektromobilität)

#### Potenzialanalyse:

- Energetisches Gesamtpotenzial Kärnten ca. 28 bis 30 TWh/a
- Größte Potenziale im Bereich PV und Wind
- Restpotenziale bei Wasser und Biomasse Holz
- Begrenzte Potenziale bei Biomasse Substrat

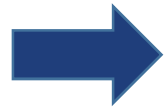


Energiepreisprofile

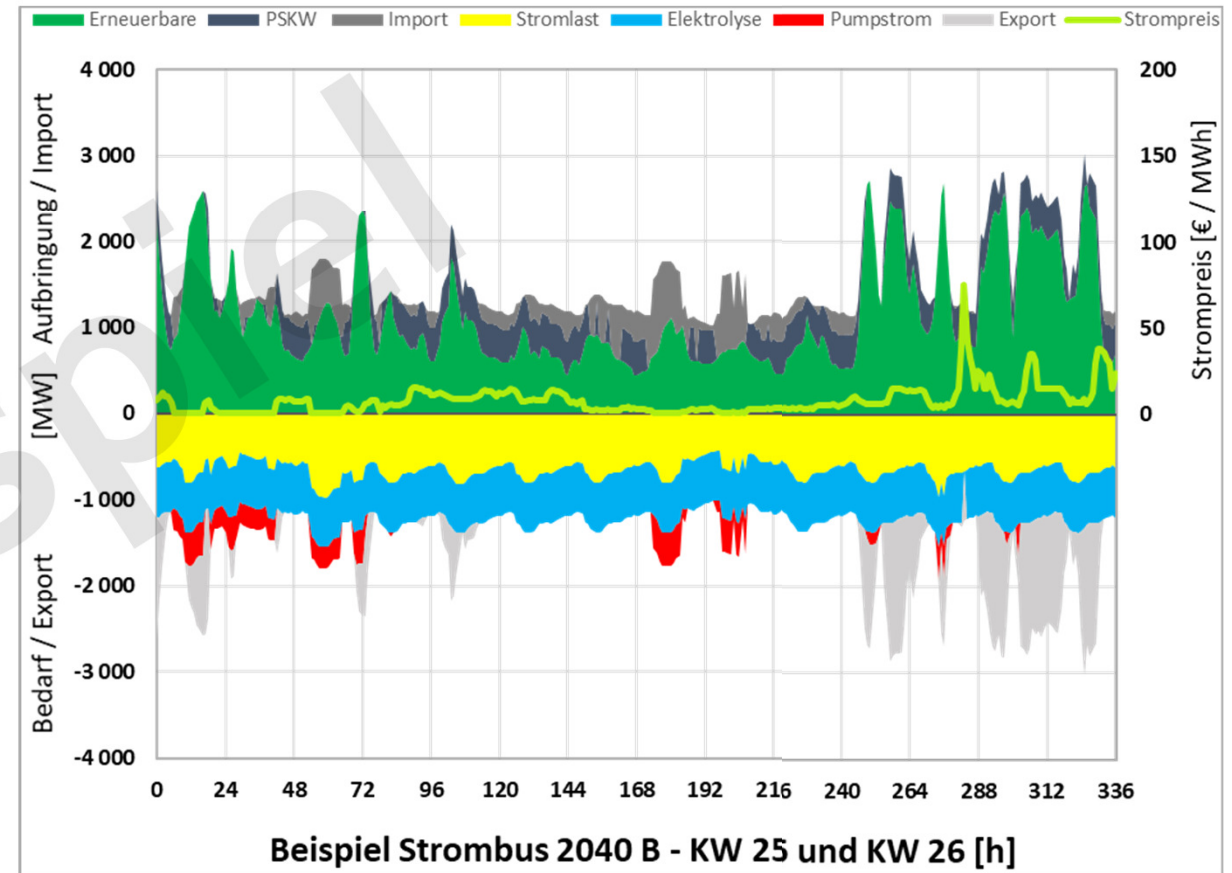
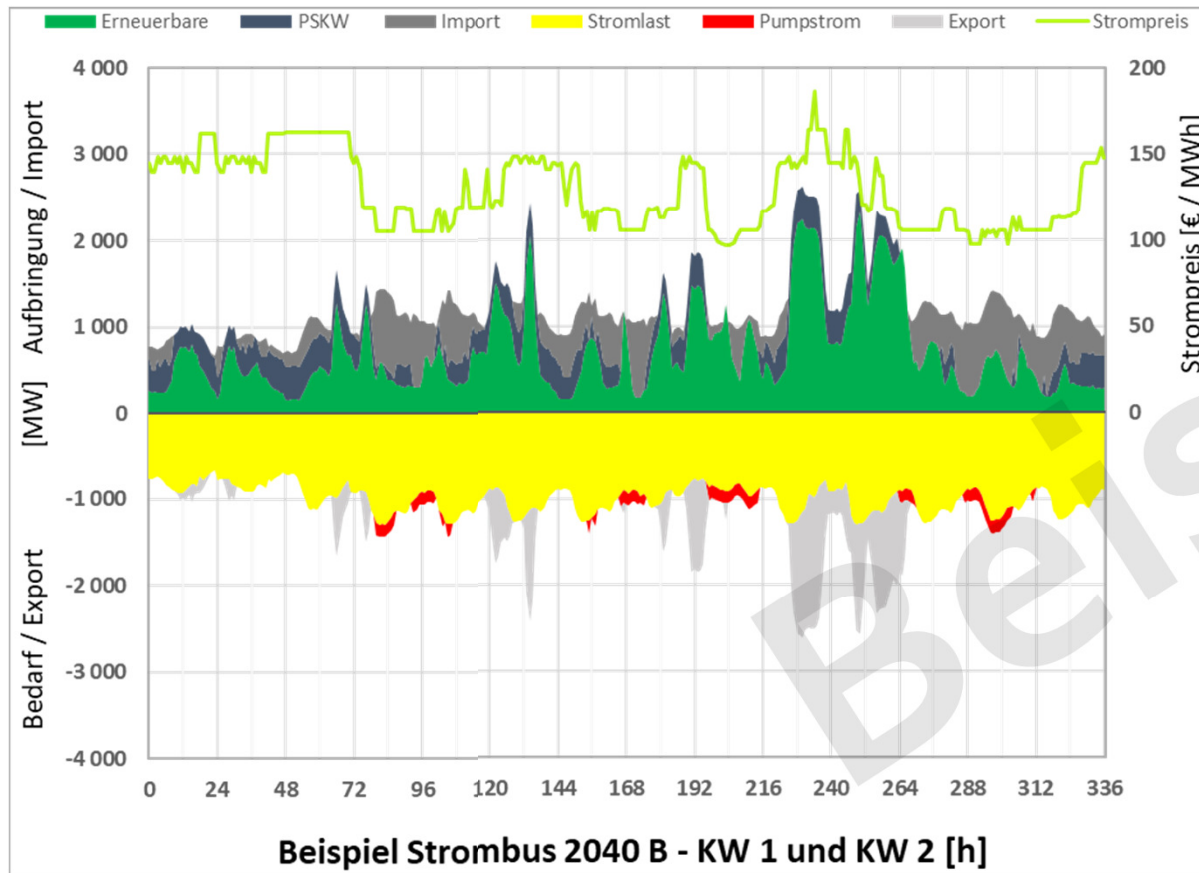


## ➔ Kostenoptimale Zielszenarien für das Bundesland Kärnten

# Ergebnisse – Zeitreihen Strombus



Auswertung: Zeitreihen, Sankey-Diagramme, Tabellen



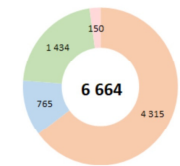
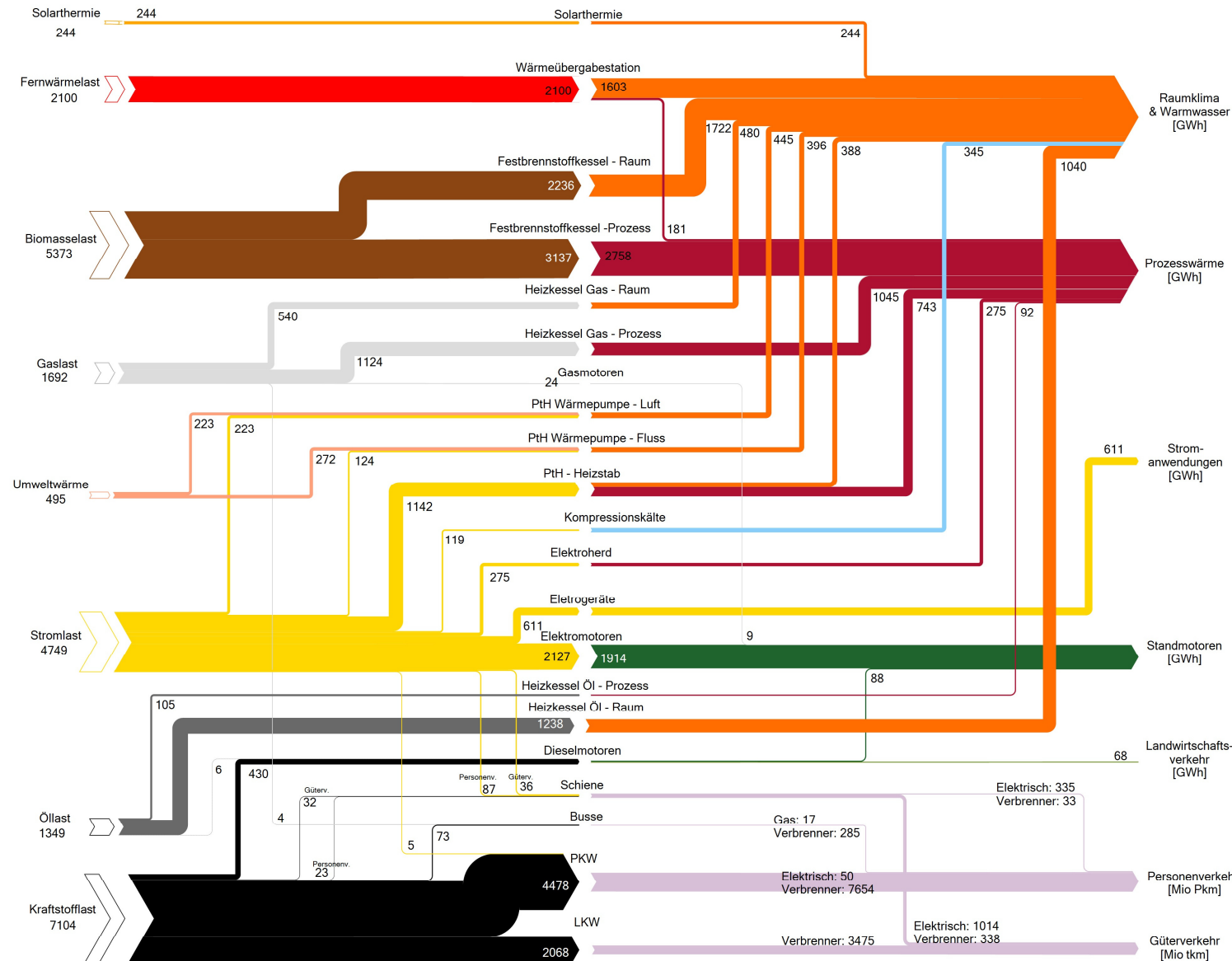
# Energieflussdiagramm-Bedarfe

Kärnten 2019

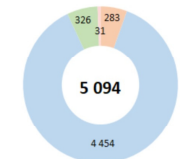
Endenergie\*  
23106 GWh

Nutzenergie  
14448 GWh  
13201 Mio Xkm

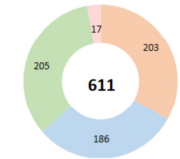
Nutzenergieverbrauch  
nach Sektoren  
[GWh]



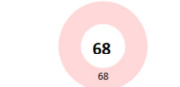
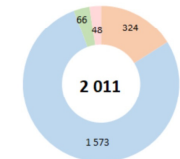
- Legende Sektoren**
- Private Haushalte
  - Produzierender Bereich
  - Öffentliche und Private Dienstleistungen
  - Landwirtschaft



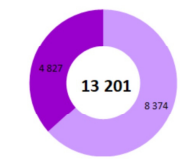
- Legende Energieflüsse**
- Holz
  - Strom
  - Öl
  - Kraftstoff
  - Erdgas
  - Sonnenkraft
  - Wasserstoff
  - Umweltwärme
  - Wärme
  - Raumwärme
  - Prozesswärme
  - Kälte
  - Mech. Arbeit & Transport
  - Landwirtschaftsverkehr
  - Verkehr



\* inkl. Solarthermie und Umweltwärme



**Legende Transport**



Mio Pkm: Millionen Personenkilometer  
Mio tkm: Millionen Tonnenkilometer

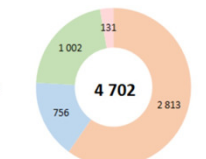
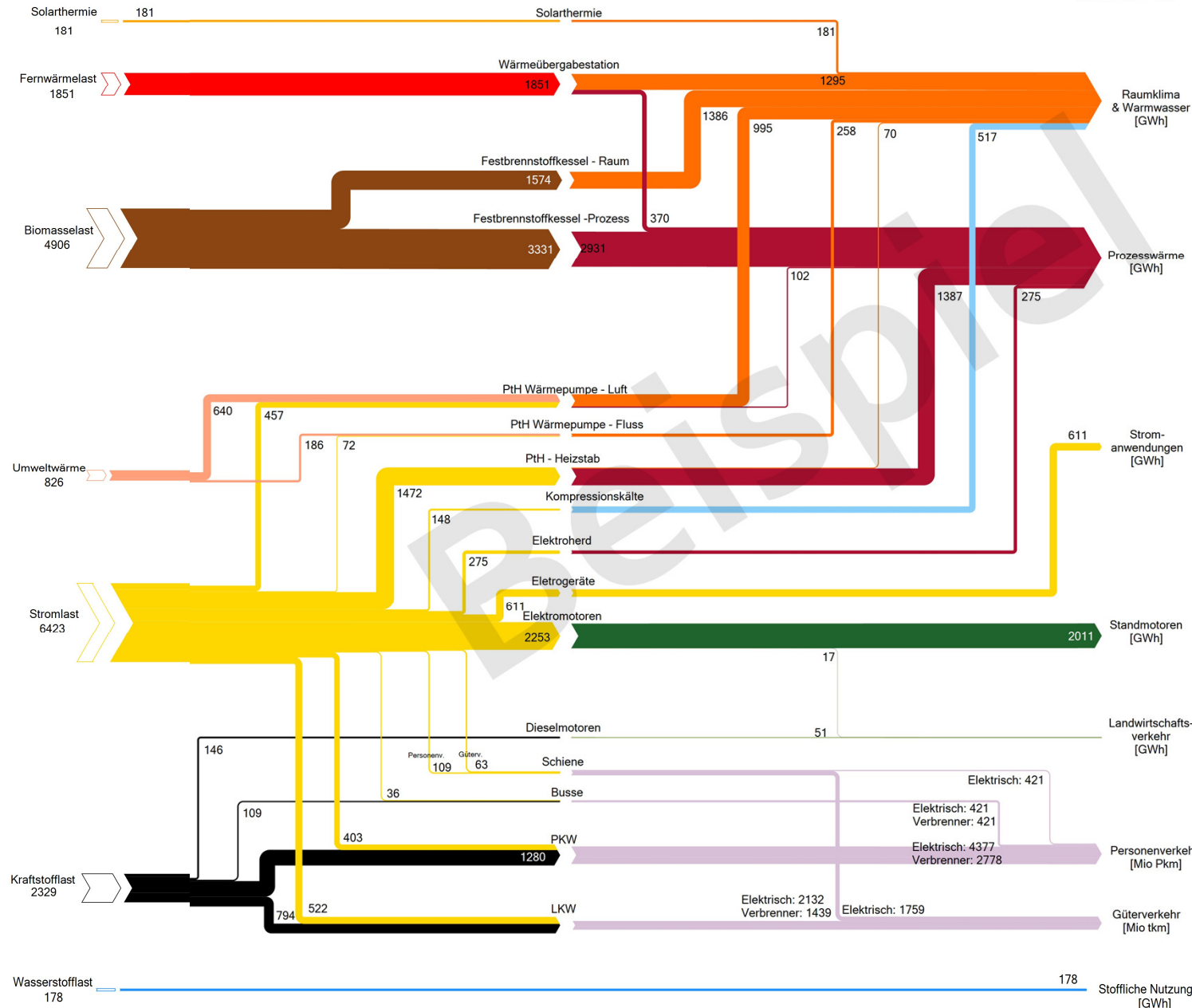
# Energieflussdiagramm-Bedarfe

Kärnten 2040B

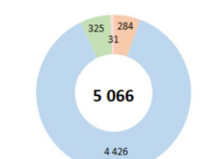
Endenergie\*  
16693 GWh

Nutzenergie \*\*  
12458 GWh  
13748 Mio Xkm

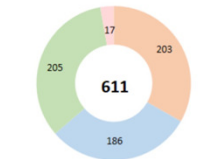
Nutzenergieverbrauch  
nach Sektoren  
[GWh]



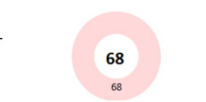
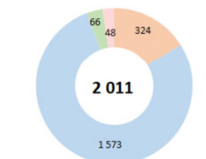
- Legende Sektoren**
- Private Haushalte
  - Produzierender Bereich
  - Öffentliche und Private Dienstleistungen
  - Landwirtschaft



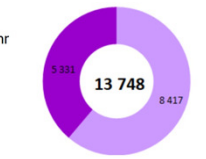
- Legende Energieflüsse**
- Holz
  - Strom
  - Öl
  - Kraftstoff
  - Erdgas
  - Sonnenkraft
  - Wasserstoff
  - Umweltwärme
  - Wärme
  - Raumwärme
  - Prozesswärme
  - Kälte
  - Mech. Arbeit & Transport
  - Landwirtschaftsverkehr
  - Verkehr



\* inkl. Solarthermie und Umweltwärme  
\*\* ohne stoffliche Nutzung H2



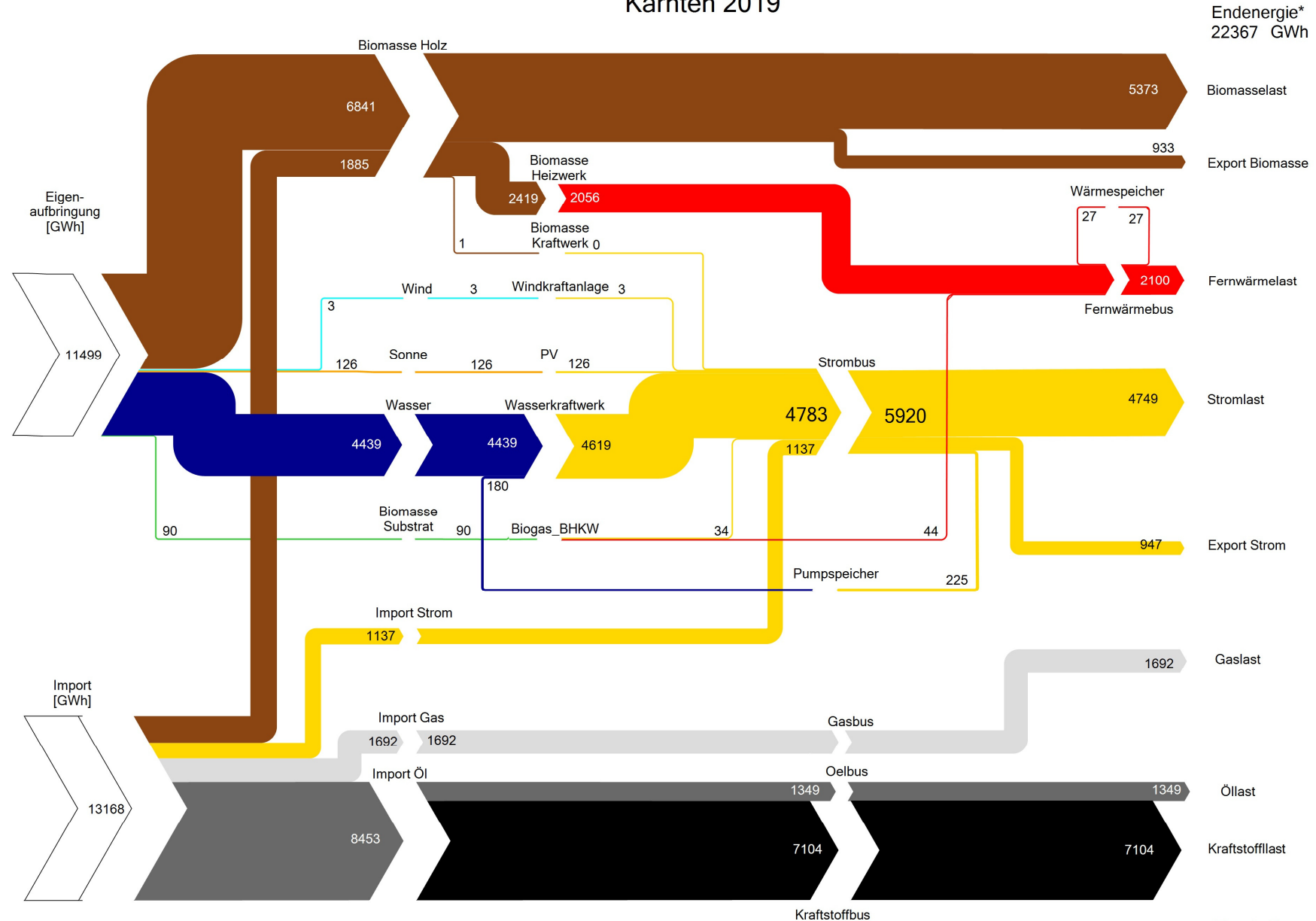
**Legende Transport**



Mio Pkm: Millionen Personenkilometer  
Mio tkm: Millionen Tonnenkilometer

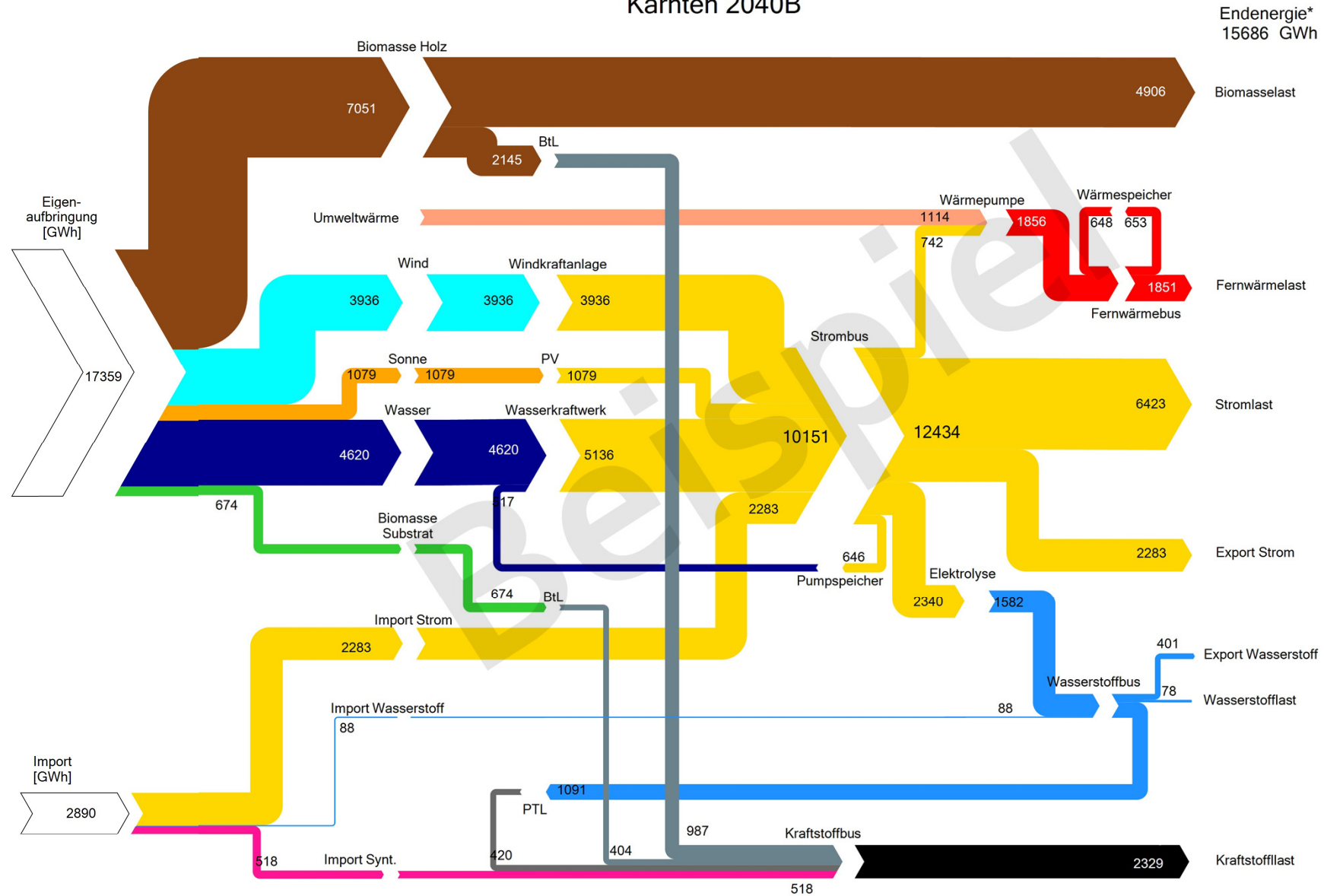
# Energieflussdiagramm-Aufbringung

Kärnten 2019



# Energieflussdiagramm-Aufbringung

Kärnten 2040B



## Legende Energieflüsse

- Holz
- Sonnenkraft
- Windkraft
- Wasserkraft
- Biomasse Substrat
- Strom
- Kraftstoff
- Wärme
- H2
- Biodiesel
- Synt. Kraftstoffe
- Umweltwärme

\* ohne Exporte

Kärnten 2040B  
 Datenquelle: ESK A13.2  
 Version 3  
 06.02.2026

Exportsaldo  
 -205 GWh

# Zusammenfassung

Mit Hilfe der Energiesystemmodellierung gewonnene Kennzahlen (Auswahl)

		Referenz 2019	Beispiel 2040 B
<b>Endenergiebedarf</b>	<b>TWh</b>	<b>23,1</b>	<b>16,7</b>
CO <sub>2</sub> -Emissionen	Mio. t	2,6	0
Anteil Erneuerbare Energien	%	55	108
Exportsaldo	TWh	-11,3	-0,2
- davon Strom	TWh	-0,19	+0
<b>Gesamtkosten</b>	<b>Mrd. €</b>	<b>1,37</b>	<b>1,24</b>
- davon Importkosten	Mrd. €	0,60	0,21
Biomasse Holz	TWh	6,8	7,1
Wasserkraft	MW	784	822
Wind	MW	1	1 801
PV	MW	113	930



Das Werkzeug ermöglicht evidenzbasierte Aussagen zu Energiesystemen auf Landesebene



# Energiesystemmodelle – Ein Werkzeug für die Entwicklung der Energiestrategie Kärnten

## Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Wir stehen selbst enttäuscht und sehn betroffen  
Den Vorhang zu und alle Fragen offen

(Berthold Brecht)



IB GET-Innovation  
DI Albrecht Grieszhammer  
Rauth 39  
9074 Keutschach

[albrecht.grieszhammer@get-innovation.com](mailto:albrecht.grieszhammer@get-innovation.com)