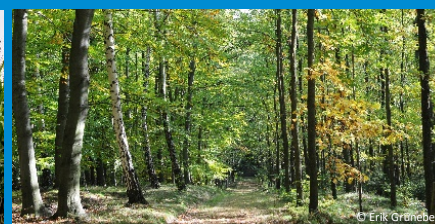


Nutzungskaskade pflanzlicher Biomasse

Martin Banse, Thünen-Institut

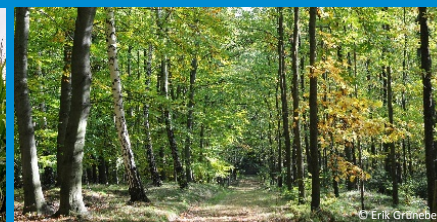


Gemeinsame Forschungsaktivität

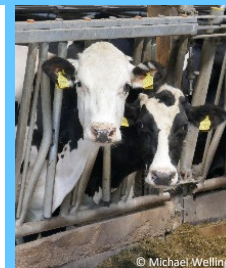
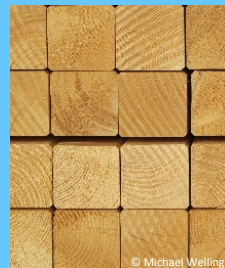
Thünen-Institut und Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH

Martin Banse
Johna Barrelet
Simone Brüning
Karl-Friedrich Cyffka
Fernando Gordillo
Susanne Iost

David Kilian
Farranak Omid
Paola Pozo
Jörg Schweinle
Holger Weimar
Burkhard Wilske



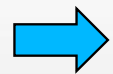
Biomasseflüsse und -nutzungen: Landwirtschaftliche Biomasse



Rahmenbedingungen

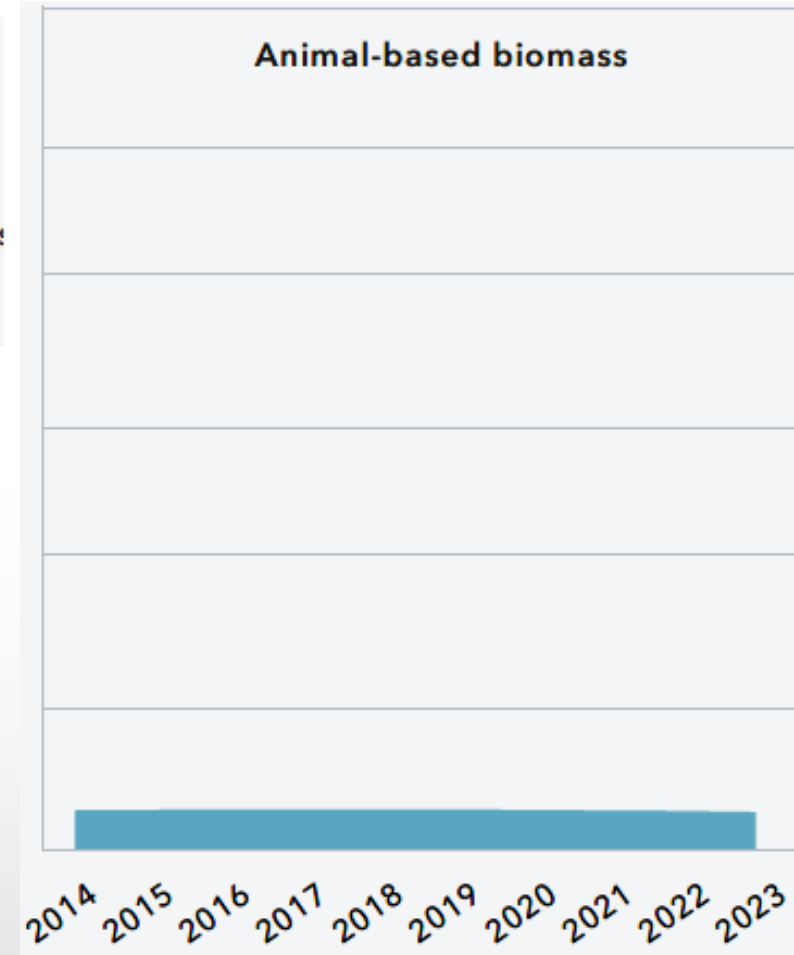
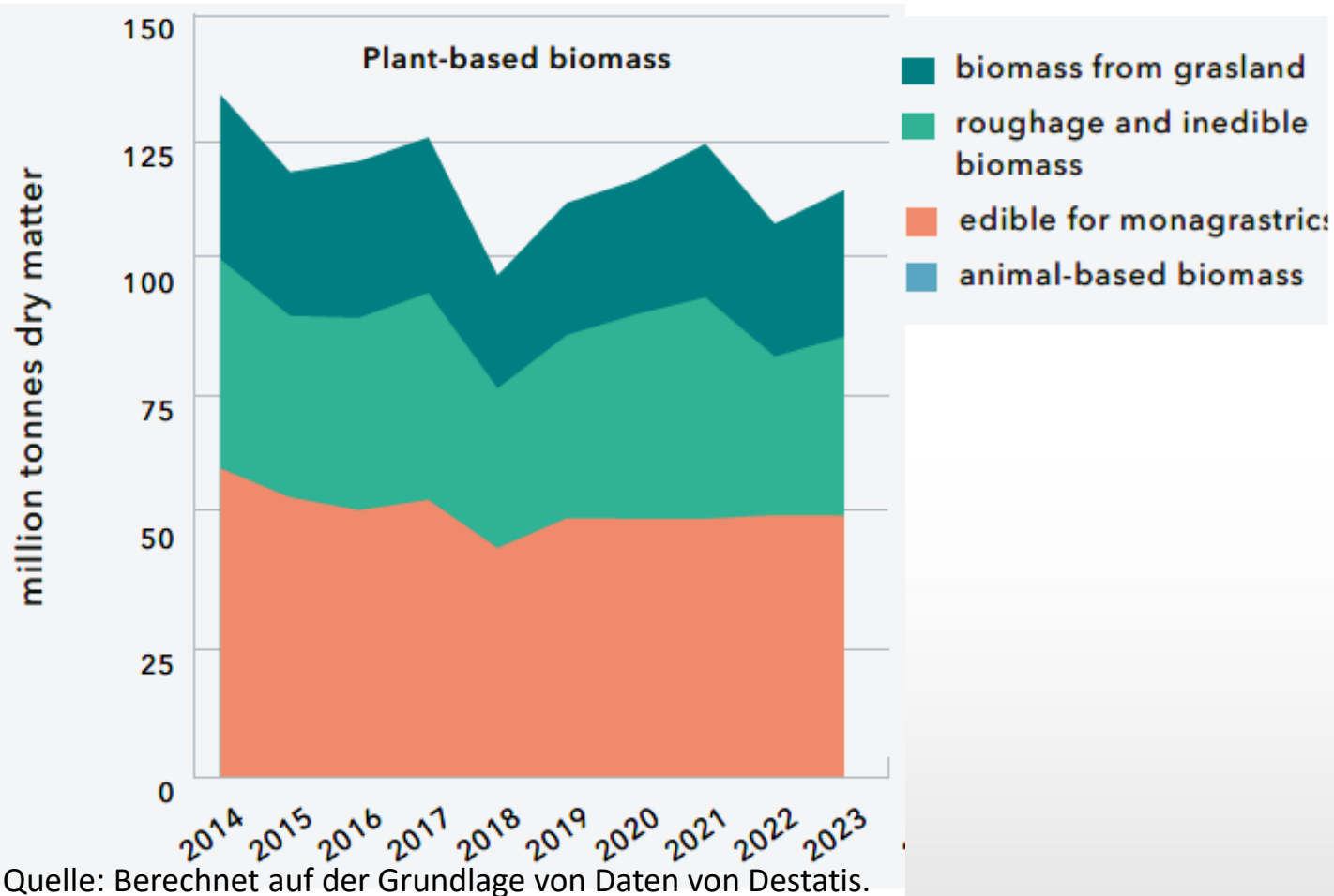
Die verfügbare Biomasse ist begrenzt:

- Konkurrenz zwischen Nahrungsmitteln und anderen Verwendungszwecken („Food First“)
- Konkurrenz zwischen direktem menschlichen Verzehr und Tierfutter („Tisch oder Trog“)
- Konkurrenz zwischen Energie- und Materialnutzung („Brennstoff oder Rohstoff“)

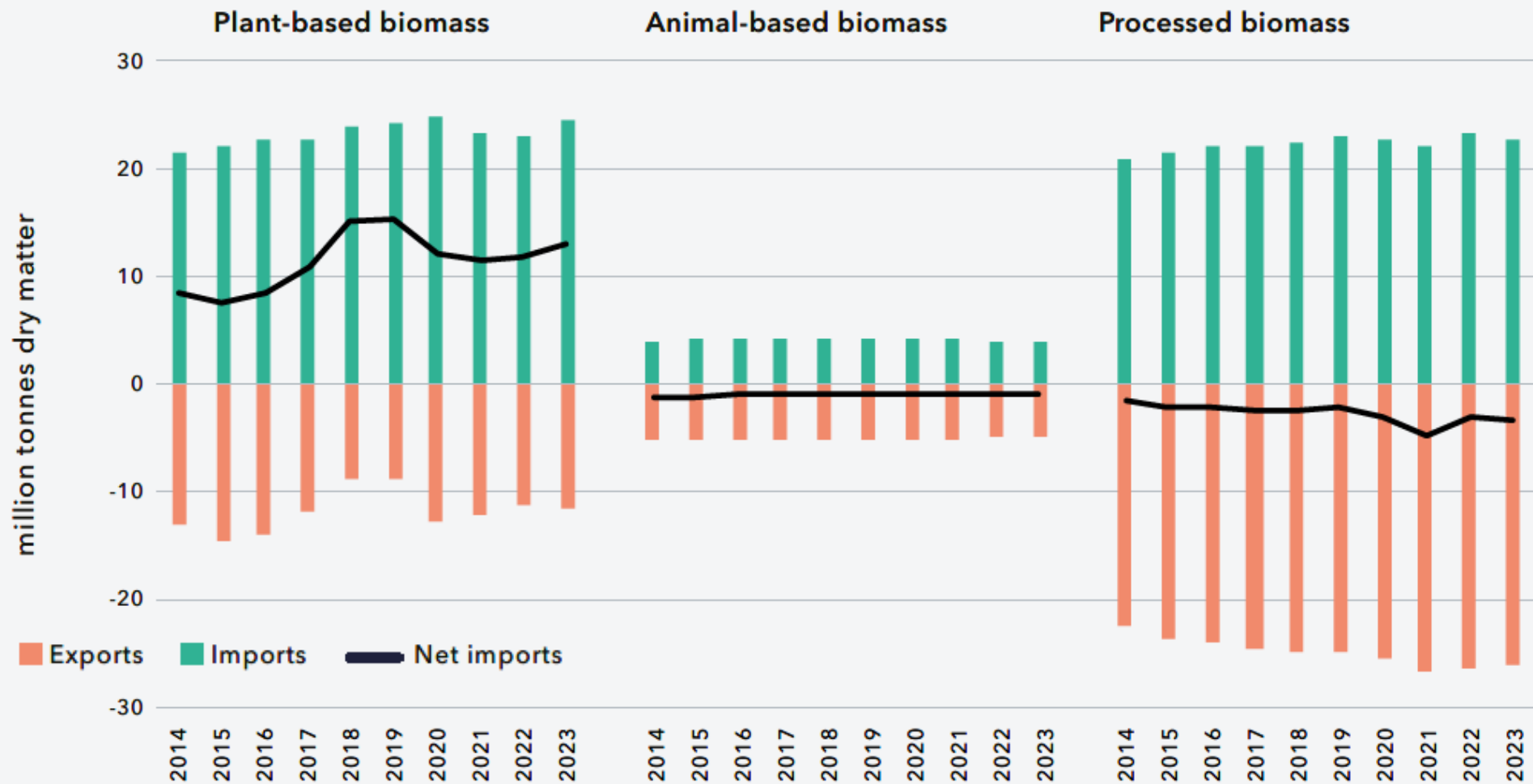


Verknüpfung von Daten zur Herkunft von Biomasse und ihrer Nutzung im Rahmen des Bioökonomie-Monitorings

Produktion landwirtschaftlicher Biomasse in Deutschland, 2014–2023

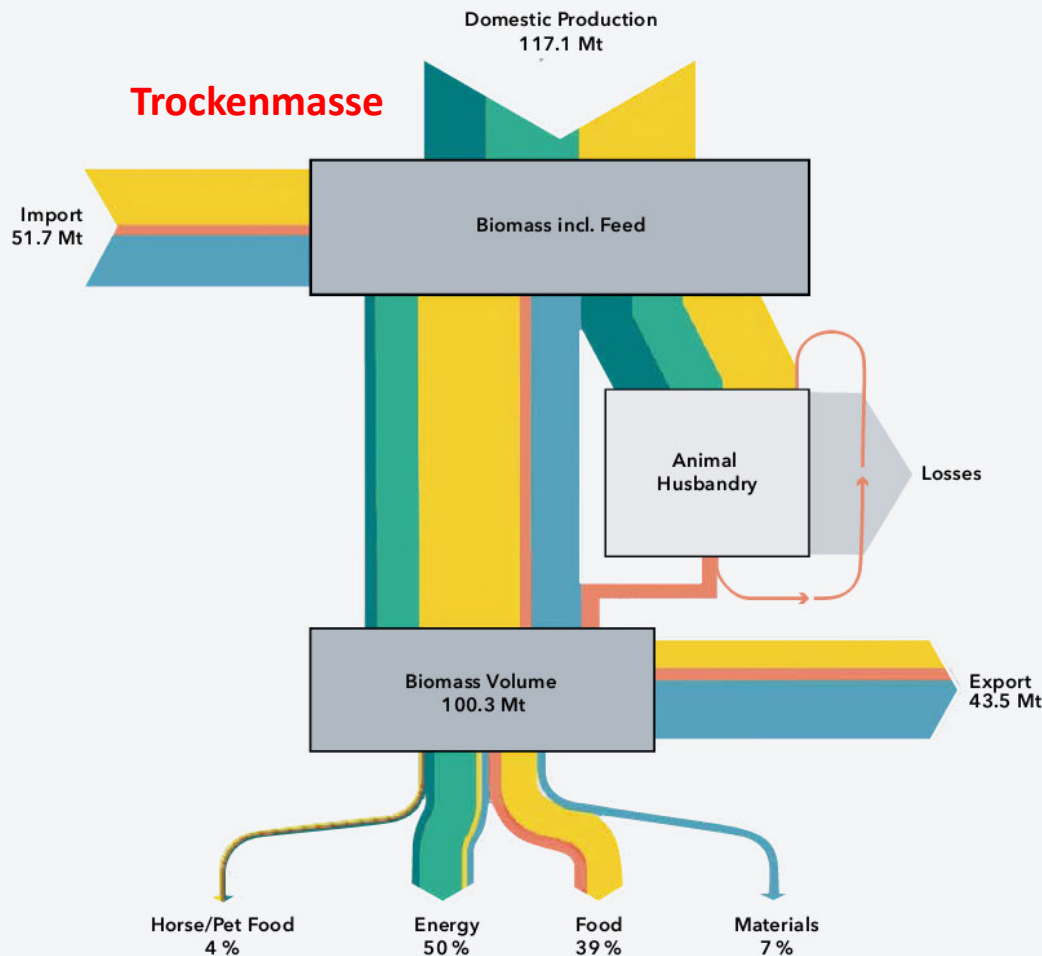


Außenhandel mit Biomasse in Deutschland, 2014–2023



Quelle: Berechnet auf der Grundlage von Daten von Destatis.

Deutscher Agrarbiomassefluss, 2020



- Starke Abhängigkeit von **Importen**
- Fast die Hälfte der landwirtschaftlichen Biomasse fließt in die **Tierhaltung**
- Ca. 40 % der verarbeiteten landwirtschaftlichen Biomasse wird **exportiert**
- Nach Futtermitteln ist **Energie** ist die zweit bedeutendste Verwendungsart landwirtschaftlicher Biomasse, gefolgt von der Nutzung für **Lebensmittel** und **stofflicher Nutzung**

Quelle: Berechnet auf Basis von Daten des Destat

Wichtigste Ergebnisse

- Die **Produktion** pflanzlicher Biomasse beläuft sich auf 117 Mill. t TM
 - davon 57 % Raufutter, d. h. für Monogastrier ungenießbare Biomasse.
- **Dauergrünland** liefert 26 Mill. t TM
 - 23 % der gesamten Primärbiomasse- und 40 % der Raufutterbiomasseproduktion entspricht.
- 52 Mill. t TM landwirtschaftliche Biomasse wurden **importiert**,
 - davon 25 Mill. t TM pflanzliche Biomasse.
- **Die tierische Produktion** entspricht 7 Mill. t TM an tierischer Biomasse

Biomasseflüsse und -nutzungen:

Forstliche Biomasse

Holger Weimar, Matthias Bösch
Thünen-Institut für Forstökonomie



Holzströme in Deutschland

Aufbau

Quellen und Versorgung
mit
Holzrohstoffen

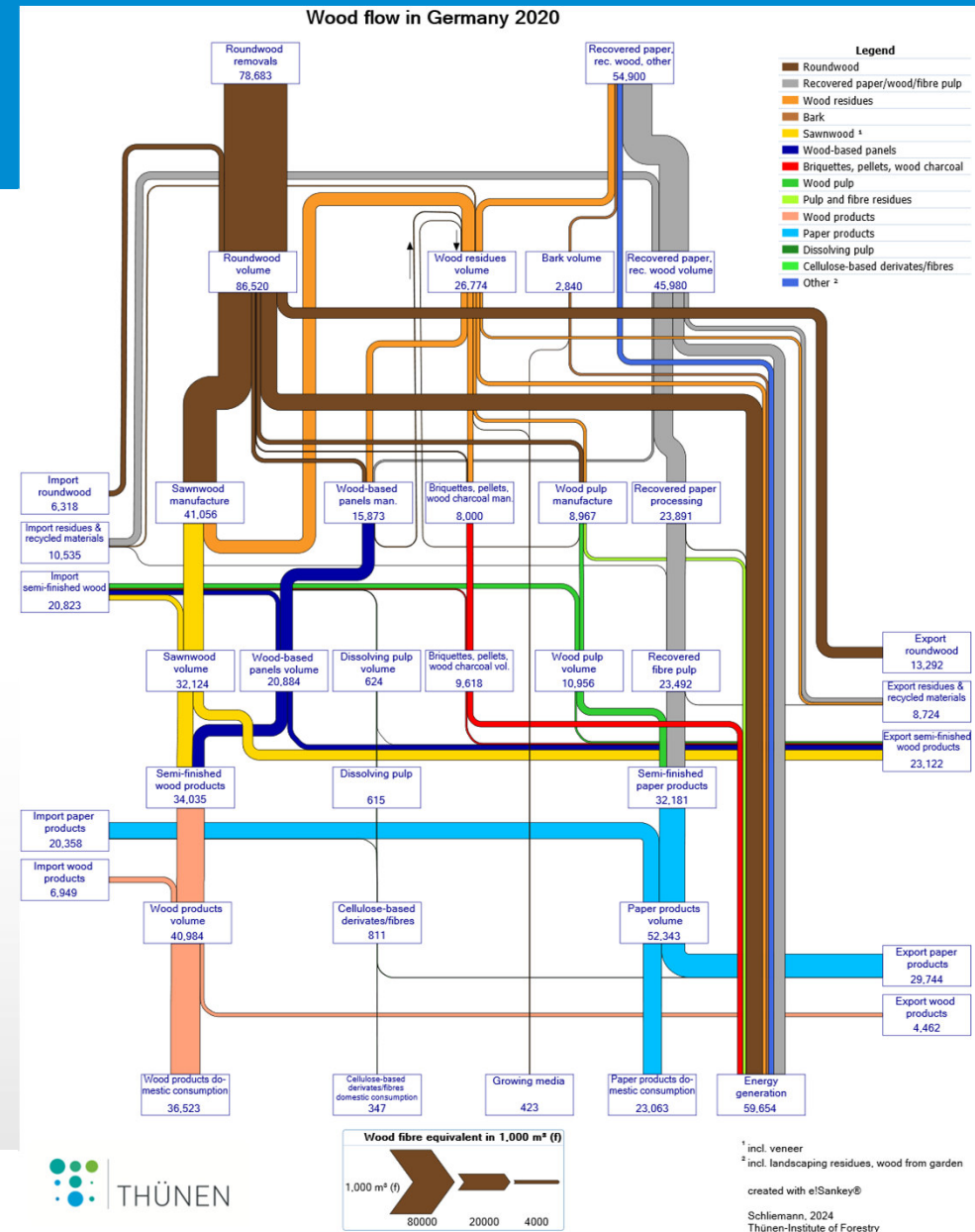
Holzverarbeitung (1. Stufe)

Produkte der 1. Verarbeitungsstufe

Import und Export

Fertigprodukte (verarbeitet)

Haushaltsnutzung: Material und Energie



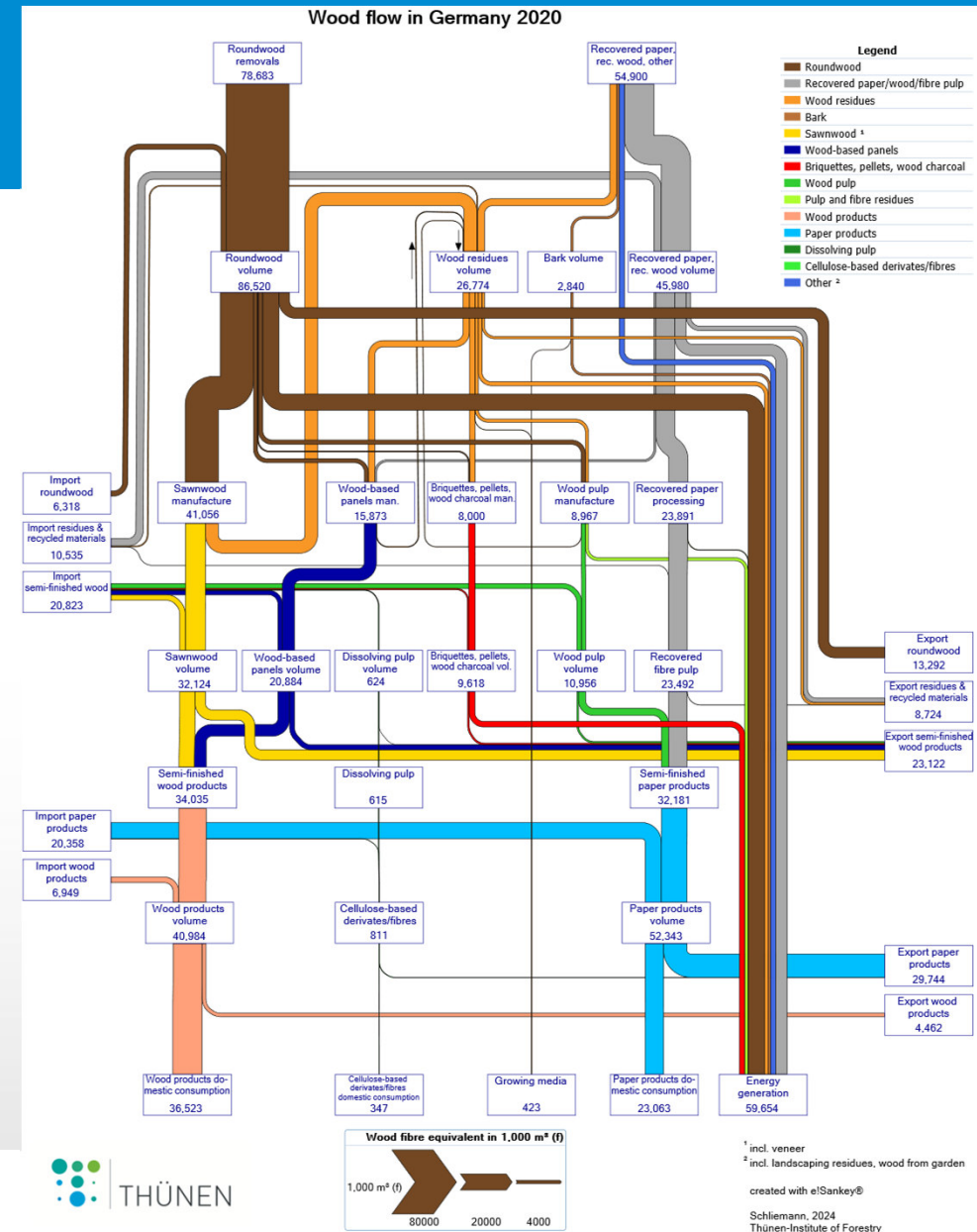
Holzströme in Deutschland

Daten und Methode

- Überwachung der Holzressourcen (neue Daueraufgabe seit 2022)
- Thünen-Neuberechnung von Holzernte und -abtransport
- Amtliche Statistiken, Daten von Branchenverbänden
- Referenzeinheit: Holzfaseräquivalent $m^3(f)$ -> m^3 u.b.
- Farben stehen für bestimmte Ressourcen oder Produkte

Was ist neu?

- Rinde
- Substrate
- Zellstoff, zellulosebasierte Fasern/Derivate (-> Bioraffinerien)



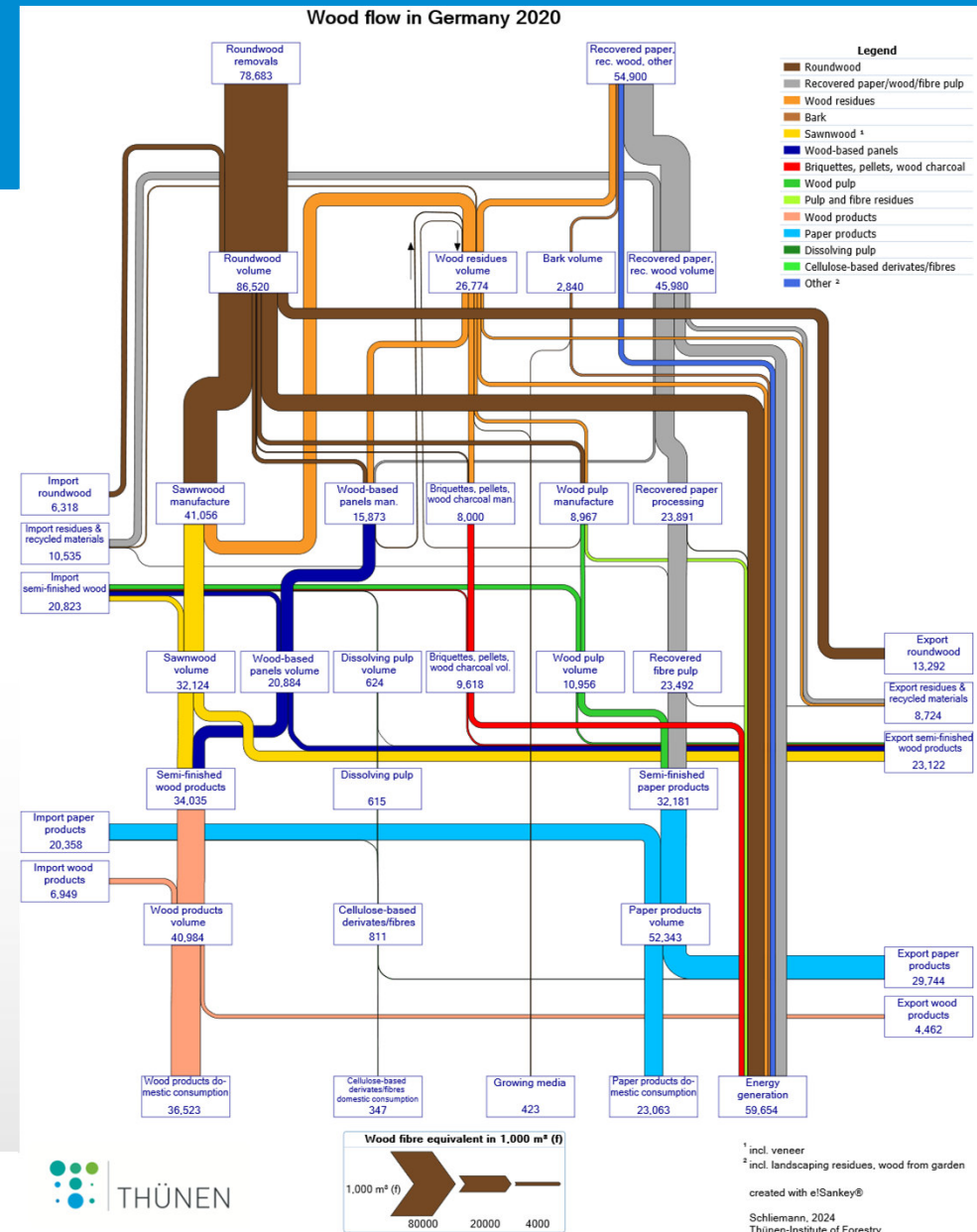
Holzströme in Deutschland

Inländische Rohstoffversorgung [im Jahr 2020 in Mio. m³(f)]

- Rundholzentnahme: 78,7 (+13 % gegenüber 2015)
- Rinde: 2,8
- Holzverarbeitungsrückstände: 25,7
- Verwertetes Altholz: 15,9
- Altpapier: 20,9

Importe und Exporte

- Rundholzimporte: 6,3 (-33 % gegenüber 2015)
- Rundholzexporte: 13,3 (+240 % gegenüber 2015)
- Gesamtimporte: 65,0 (-4,3 % gegenüber 2015)
- Gesamtexporte: 79,3 (+27,8 % gegenüber 2015)



Holzströme nachverfolgen

Matrixansatz von der Rundholzproduktion... (Beispiel aus 5 Ländern):

Production of roundwood (P_R)						Share of country i's production of R exported to country j (X_R)						Consumption of roundwood (C_R)					
	B	C	G	R	U		B	C	G	R	U		B	C	G	R	U
B	200	0	0	0	0		0.9	0	0	0	0.1		180	0	0	0	20
C	0	100	0	0	0		0	1	0	0	0		0	100	0	0	0
G	0	0	0	70	0		0	0	0.86	0	0.14		0	0	60	0	10
R	0	0	0	400	0		0	0.75	0.05	0.2	0		0	300	20	80	0
U	0	0	0	0	200		0.1	0.1	0	0	0.8		20	20	0	0	160
	200	100	70	400	200								200	420	80	80	190

Exchange matrix R (E_R)					
	B	C	G	R	U
B	180	0	0	0	20
C	0	100	0	0	0
G	0	0	60	0	10
R	0	300	20	80	0
U	20	20	0	0	160

...über die Verarbeitung von Rundholz...

Consumption of roundwood (C_R)						Processing matrix ($V_{R,VP}$)						Production of semi-finished wood products (P_{VP})					
	B	C	G	R	U		B	C	G	R	U		B	C	G	R	U
B	180	0	0	0	20		1	0	0	0	0		180	0	0	0	20
C	0	100	0	0	0		0	1	0	0	0		0	100	0	0	0
G	0	0	60	0	10		0	0	1	0	0		0	0	60	0	10
R	0	300	20	80	0		0	0	0	1	0		0	300	20	80	0
U	20	20	0	0	160		0	0	0	0	1		20	20	0	0	160
	200	420	80	80	190								200	420	80	80	190

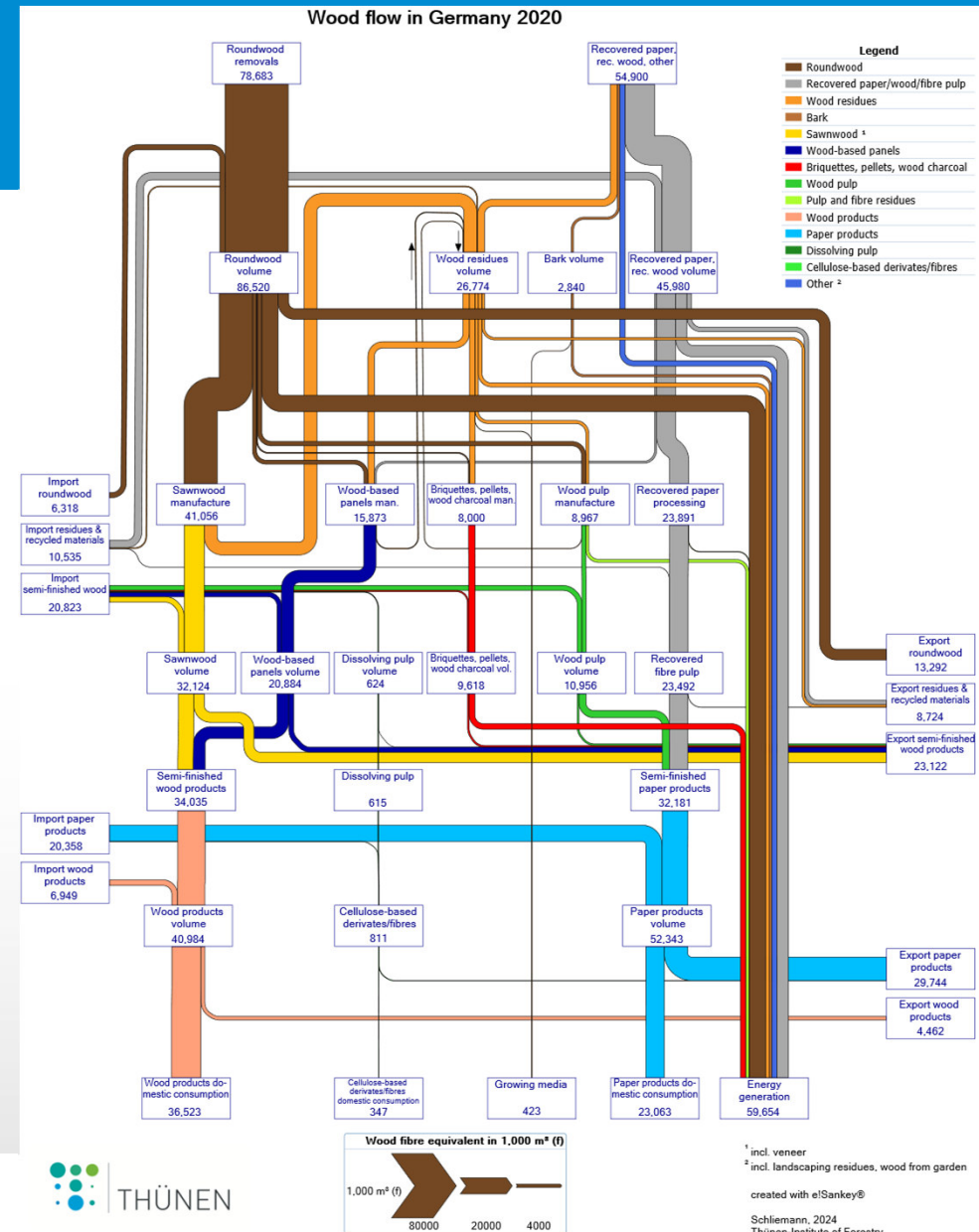
...bis hin zur Herstellung und zum Verbrauch von Halbfertigprodukten

Consumption of semi-finished wood products (C_{VP})						Production of roundwood products (P_R)						Consumption of roundwood products (C_R)					
	B	C	G	R	U		B	C	G	R	U		B	C	G	R	U
B	180	0	0	0	20		180	0	0	0	20		180	0	0	0	20
C	0	100	0	0	0		0	100	0	0	0		0	100	0	0	0
G	0	0	60	0	10		0	0	60	0	10		0	0	60	0	10
R	0	300	20	80	0		0	300	20	80	0		0	300	20	80	0
U	20	20	0	0	160		20	20	0	0	160		20	20	0	0	160
	200	420	80	80	190		200	420	80	80	190		200	420	80	80	190

...und bis hin zu Fertigprodukten

Martin Banse, Thünen-Institut
Nutzungskaskade pflanzlicher Biomasse

Quelle: Bösch et al. (2023)



Holzströme nachverfolgen

Matrixansatz ausgehend von der Rundholzproduktion...

Production of roundwood (P_R)						Share of country i's production of R exported to country j (X_{Rj})						Consumption of roundwood (C_R)					
	B	C	G	R	U		B	C	G	R	U		B	C	G	R	U
B	200	0	0	0	0	0.9	0	0	0	0	0.1	180	0	0	0	0	20
C	0	100	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
G	0	0	0	70	0	0	0	0.86	0	0	0.14	0	0	60	0	0	10
R	0	0	0	400	0	0	0.75	0.05	0.2	0	0	0	300	20	80	0	0
U	0	0	0	0	200	0.1	0.1	0	0	0	0.8	20	20	0	0	0	160
	200	100	70	400	200								200	420	80	80	190

Exchange matrix R (E_R)					
	B	C	G	R	U
B	180	0	0	0	20
C	0	100	0	0	0
G	0	0	60	0	10
R	0	300	20	80	0
U	20	20	0	0	160

...über die Verarbeitung von Rundholz...

Consumption of roundwood (C_R)						Processing matrix ($Y_{R,SP}$)						Production of semi-finished wood products (P_{SP})					
	B	C	G	R	U		B	C	G	R	U		B	C	G	R	U
B	180	0	0	0	20	1	0	0	0	0	0	180	0	0	0	0	20
C	0	100	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
G	0	0	60	0	10	0	0	1	0	0	0	0	0	60	0	10	0
R	0	300	20	80	0	0	0	0	1	0	0	0	300	20	80	0	0
U	20	20	0	0	160	0	0	0	0	1	0	20	20	0	0	160	0
	200	420	80	80	190								200	420	80	80	190

...bis hin zur Herstellung & Verbrauch von Halbfertigprodukten...

Production of semi-finished wood products (P_{SP})						Share of country i's production of SP exported to country j (X_{SPj})						Consumption of semi-finished wood products (C_{SP})					
	B	C	G	R	U		B	C	G	R	U		B	C	G	R	U
B	180	0	0	0	20	0.9	0	0	0	0	0.1	180	0	0	0	0	20
C	0	100	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	100	0	0	0	0
G	0	0	60	0	10	0	0	1	0	0	0	0	0	60	0	10	0
R	0	300	20	80	0	0	0	0	1	0	0	0	300	20	80	0	0
U	20	20	0	0	160	0	0	0	0	1	0	20	20	0	0	160	0
	200	420	80	80	190								200	420	80	80	190

...und für Fertigprodukte

Ergebnisse: Herkunft der 2018 verbrauchten

Fertigprodukte

[in Mio. m³(f)]

Wood prod.	USA	CHN	GER	Paper prod.	USA	CHN	GER
USA	87.087	12.020	0.735	USA	84.413	48.343	5.771
RUS	1.191	22.648	1.717	RUS	0.136	6.533	0.824
CHN							0.166
BRA							3.214
CAN	1						0.938
IDN							0.382
SWE							2.650
FIN							2.056
GER	0.793	0.942	14.277	GER	0.103	1.354	3.725
ROW	6.483	39.031	14.349	ROW	1.613	32.843	12.994
	113.429	187.305	33.718		99.810	162.646	32.719

-> Die Daten werden z.Z. aktualisiert

-> Die Methode wurde bereits für Nachhaltigkeitsbewertungen in den Herkunftsländern verwendet

(Pozo Inofuentes et al. 2024)

Quelle: Bösch et al. (2023)

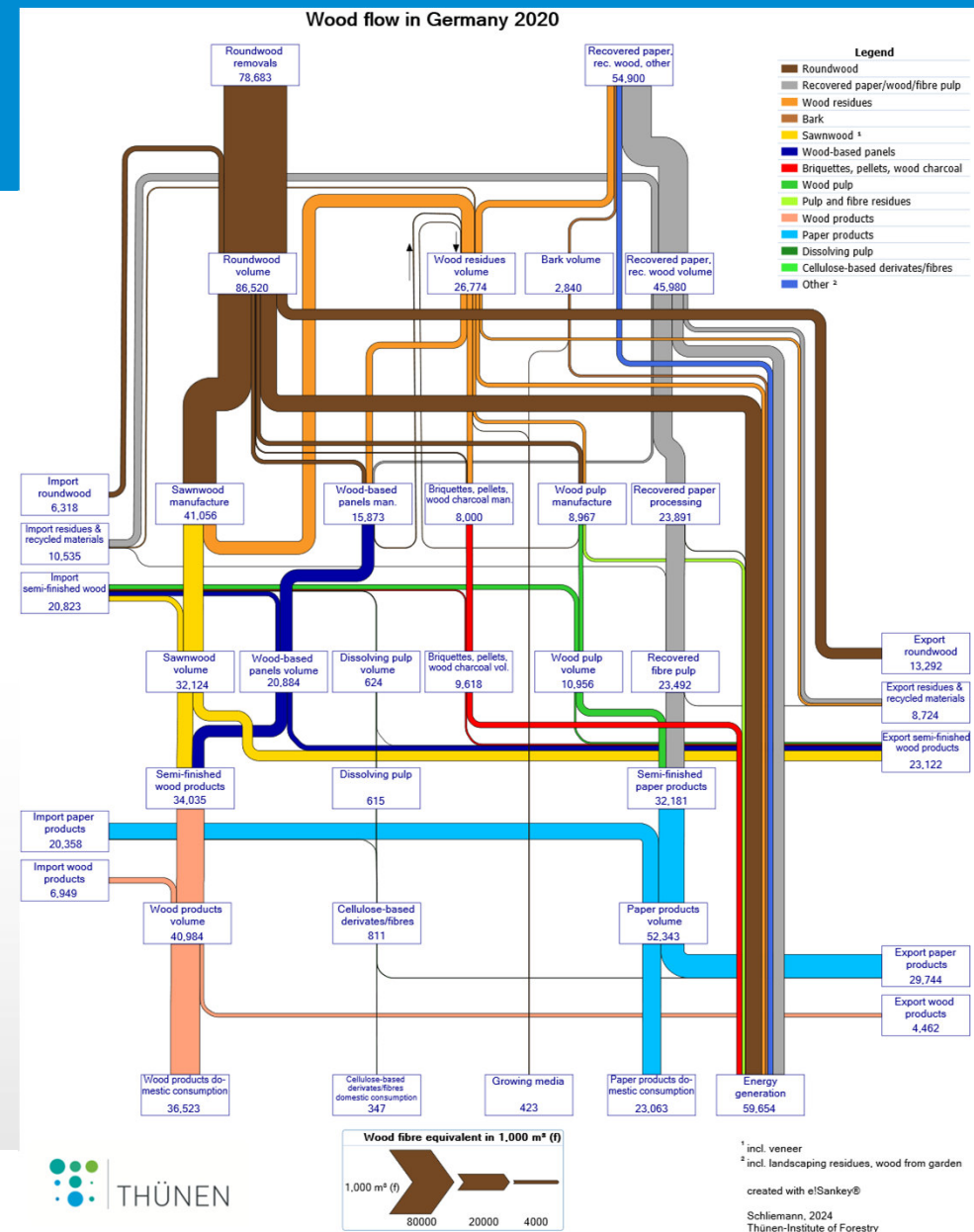
Holzflüsse in Deutschland

Verbrauch [im Jahr 2020 in Mio. m³(f)]

- Gesamt: 120,0 (einschließlich Restholz und recycler Holzfasern)
- Materialverbrauch: 60,4
- Energieverbrauch: 59,7
- Nettoexporte: 14,4 (gegenüber Nettoimporten von 5,8 im Jahr 2015)

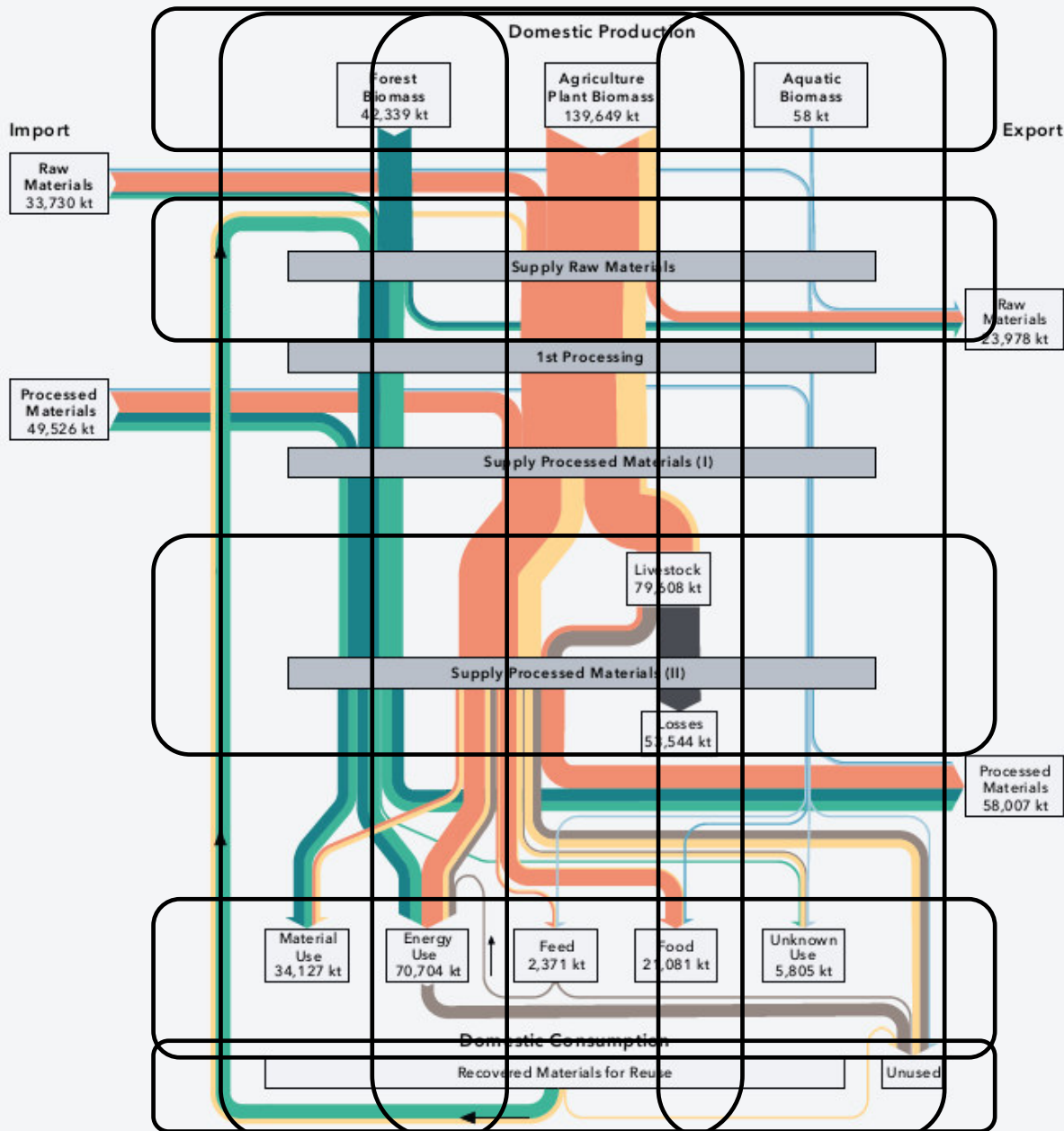
Nächste Schritte

- Aktualisierung der Matrixberechnung für die Rückverfolgungsmethode
- Erstellung einer Zeitreihe der Holzflüsse in Deutschland
- Überarbeitung der Berechnungsmethoden für bestimmte Teile



Einleitung

- **Das Monitoring** pflanzlicher und tierischer Biomasseflüsse für Deutschland ist eine anspruchsvolle Aufgabe
- **Horizontale Achse:** Betrachtung Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei aus heimischer und importierter Herkunft.
- **Vertikale Achse:** Unterscheidung zwischen produzierter Primärbiomasse, Reststoffen und recycelten Abfallstoffen
- Die **sektoralen** Biomasseflüsse werden im Detail dargestellt



Legend:

Aquatic

Aquatic Residues

Wood (incl. Bark)

Wood Waste & Residues

Agriculture

Agriculture Residues

Manure / Digestate

Losses

Horizontale Achse: Biomasse aus Forst-, Land- und Fischwirtschaft

– Importe, Inlandsproduktion und Exporte

Vertikale Achse:

Inländische Produktion

Angebot an Rohstoffen

Erstverarbeitung

Angebot verarbeiteter Güter I

Landwirtschaftliche Tierhaltung

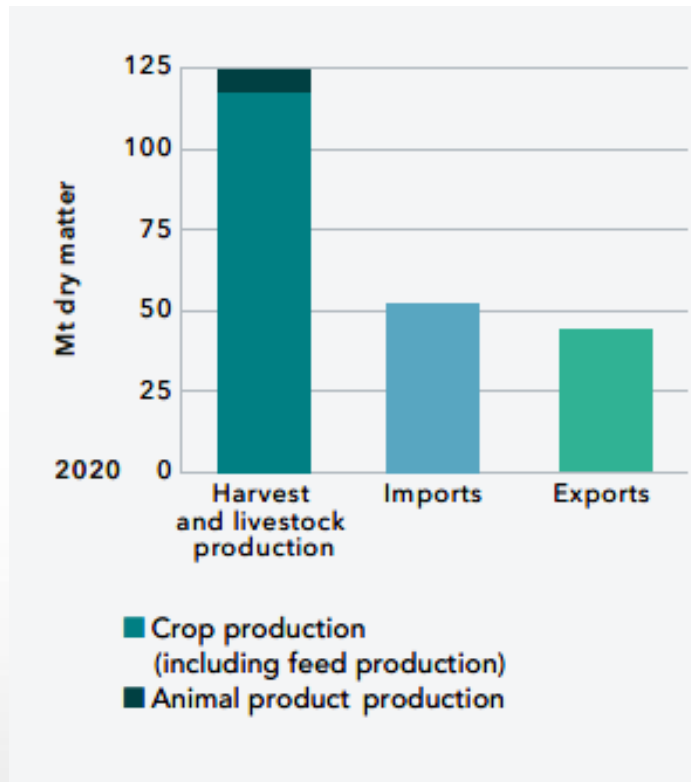
Angebot verarbeiteter Güter II

Inlandsverbrauch

Zur Wiederverwendung zurückgewonnene Materialien

Quelle: Thünen-Institut (2024)

Zusammenfassung: Nutzung landwirtschaftliche Biomasse



Quelle: Berechnet auf Basis von Daten von Destatis.

- Landwirtschaftliche Biomasse ist, gemessen an der Menge, die wichtigste Form der Biomassenutzung
- Pflanzliche Biomasseproduktion: 117 Mio. t im Jahr 2020
 - davon mehr als Raufutter und für Monogastrier ungenießbare Biomasse.
- Importe: 52 Mio. t Biomasse wurden importiert
- Exporte: 44 Mio. t im Jahr 2020
 - Deutschland ist insgesamt Nettoimporteur von Biomasse.
- ≈ 80 Mio. t landwirtschaftliche Biomasse wurden an Tiere verfüttert
- 100 Mio. t wurden für andere Zwecke als Futtermittel verwendet:
 - Energie (50 %), Lebensmittel (39 %), Materialnutzung (7 %) und Tiernahrung (4 %).

Wichtigste Ergebnisse

- **Biomasseproduktion** liegt bei rund 182 Mio. t TM (2020), wobei
 - 76 % aus der Landwirtschaft
 - 23 % aus der Forstwirtschaft und
 - 1 % aus aquatischen Quellen
- Die insgesamt **verfügbare Menge** an (unverarbeiteter) Biomasse beträgt 220 Mio. t TM (2020)
 - davon stammen 85 % aus dem Inland und 15 % aus dem Import
- **Futtermittel** sind die wichtigste Verwendung von Biomasse (ca. 80 Mio. t), gefolgt von **energetischer** (71 Mio. t), **stofflicher** Nutzung (35 Mio. t) und 21 Mio. t für **Lebensmittel**, darunter 7 Mio. t tierische Erzeugnisse
- Durch Verarbeitung und Verbrauch entstehen ca. 50 Mio. t **Biomasse-Reststoffe**,
 - von denen 7 Mio. t nach dem Verbrauch wiederverwertet wurden

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

**Martin Banse
Johna Barrelet
Simone Brüning
Karl-Friedrich Cyffka
Fernando Gordillo
Susanne Iost**

**David Kilian
Farranak Omid
Paola Pozo
Jörg Schweinle
Holger Weimar
Burkhard Wilske**

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

FKZ: 2221NR062A

Quellen

Quellen:

- Beck-O'Brien, M., Bringezu, S., Banse, M., Barrelet, J., Bezama, A., Bösch, B., Brüning, S., Bührle, B., Cabezas, A., Cyffka, K. F., Dzene, Gordillo Vera, F., I., Helander, H., Henke, J., Hennenberg, K., Hinz, R., Inofuentes, P. P., Iost, S., Jordan, M., Kilian, D., Köppen, S., Kynast, E., Lutz, C., Pereira, S., Pfeiffer, M., Phuntsho, Pozo Inofuentes, P., Reiss, T., Reuschel, S., Richter, S., Schaldach, R., Scheffler, M., Schomberg, A., Schüngel, J., Schweinle, J., Thrän, D., Wang, M., Weimar, H., Wiegmann, K., Wijesingha, J., Wilske, B., Wydra, S., Zeug, W., Zinke, C. (2024). Monitoring der deutschen Bioökonomie: Stand, Leistung, Trends und Implikationen für eine nachhaltige Entwicklung. Herausgegeben vom Zentrum für Umweltsystemforschung (CESR), Universität Kassel, Kassel, doi.org/10.17170/kobra-2024111510679
- Bösch M, Englert H, Weimar H, Dieter M (2023) Woher kommt das Holz? Ein physikalisches Bilanzierungsmodell zur Rückverfolgung der Herkunft von Holzprodukten. J Cleaner Prod 384:135604, DOI:10.1016/j.jclepro.2022.135604
- Iost S, Geng N, Schweinle J, Banse M, Brüning S, Jochem D, Machmüller A, Weimar H (2020) Aufbau eines Bioökonomie-Monitorings: Ressourcenbasis und Nachhaltigkeit. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 209 S., Thünen Working Paper 149, DOI:10.3220/WP1593762669000 (https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn062442.pdf)
- Pozo Inofuentes PS, Bösch M, Schweinle J (2024) Überwachung der Nachhaltigkeit der EU-Biomasseversorgung: Ein neuartiger hybrider Ansatz, der Rückverfolgung und ausgewählte Nachhaltigkeitsauswirkungen kombiniert. Land 13(9):1366, DOI:10.3390/land13091366
- TI-WF (2024): Rohstoffmonitoring Holz [online]. Hamburg: Thünen-Institut für Waldwirtschaft. Zu finden unter <https://www.thuenen.de/de/fachinstitute/waldwirtschaft/projekte-liste/rohstoffmonitoring-holz>
- TI-WF (2024): Holzeinschlag und Rohholzverwendung [online]. Hamburg: Thünen-Institut für Waldwirtschaft. Zu finden unter <https://www.thuenen.de/de/fachinstitute/waldwirtschaft/zahlen-fakten/holzeinschlag-und-rohholzverwendung>
- Weimar H (2011; 2019): Der Holzfluss in der Bundesrepublik Deutschland 2009: Methode und Ergebnis der Modellierung des Stoffflusses von Holz. Hamburg: vTI, 36 S., Arbeitsbericht Inst. für Ökon. Forst- und Holzwirtschaft vTI 2011/06 (https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/bitv/dn049777.pdf); aktualisiert 2019.