

Systemlösungen Bioenergie im Wärmesektor im Kontext zukünftiger Entwicklungen

FKZ-Nr. 03KB113 (BioPlanW)

Matthias Jordan, Volker Lenz, Katja Oehmichen, Henryk
Haufe, Markus Millinger, Nora Szarka, Stefan Majer, Daniela
Thrän, Jan Schüngel, Rüdiger Schaldach

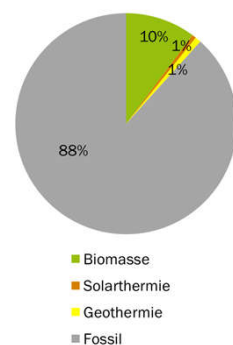
8. Statuskonferenz
Leipzig, 18 Sept´2019

Zielstellung

Systematisches Abschätzen der Entwicklungsperspektiven für die
Wärmeerzeugung aus Biomasse in Deutschland bis 2050

- Definition differenzierter **Teilmärkte** und Entwicklungsszenarien
- Status Quo und Entwicklungspotenzial der **Technologiekonzepte** im Zusammenspiel mit anderen erneuerbaren Energien
- **Modellierung** der Teilmärkte und die Etablierung von Technologien im Wettbewerb
- **Auswirkungen** auf Emissionen, Kosten, Ressourceneffizienz, Landnutzung und Klimanutzen
- Identifizierung von **Handlungsbedarf** und Integration in die anstehenden politischen Prozesse

Endenergieverbrauch Wärme
[1 175 TWh]²



Teilmärkte & Technologien

19 Teilmärkte:

Private Haushalte (43%)		GHD (17%)		Industrie (40%)
Typ	Sanierung	Nutzung	Alter	Temperatur
EZFH (57%)	unsaniert	halbtags	< 1983	< 200°C
MFH (36%)	saniert	ganztags	> 1983	200°C - 500°C
GMH (7%)	san.+	Gewerbe		> 500°C

Technologiekonzepte (pro Teilmarkt):

- Mindestens eine fossile Referenztechnologie
- Repräsentative Biomasetechnologien
- Biomasse Hybrid-Systeme
- Mindestens eine alternative EE-Technologie

Bsp.: 14,9 kW – Ein-/Zweifamilienhäuser

- Gas Brennwerttherme
- Gas Brennwerttherme + Scheitholzofen
- Gas Brennwerttherme + ST
- Gas Brennstoffzelle + ST
- Wärmepumpe + PV
- Wärmepumpe + PV + Scheitholzofen
- Pellet Kessel
- Pellet Brenner + ST
- Scheitholzvergaser + ST
- Torrifizierte Pellet WKK + Wärmepumpe + PV

Modellierung

Input

- Technologie Daten
- Laufende Kosten
 - Investitionskosten
 - THG Emissionen
 - Wirkungsgrad
 - Lebenszeit
 - Technologie Mix
 - etc.



Wärmemarkt Modell

Minimierung der Gesamtkosten bis 2050 mittels mathematischer Optimierung



Szenarien Restriktionen:

- Politische Ziele (80% / 95% THG Reduktion)
- Biomasse ist limitiert (Anbau/ kein Anbau)
- Wärmebedarfsentwicklung auf den verschiedenen Teilmärkten (Daten Öko-Institut)



Output

- Jährliche Entwicklung der
- Technologieverteilung
 - Biomasse Nutzungspfade
 - Emissions-Anteile
 - Kosten
- In 4 Szenarien auf den verschiedenen Märkten

Umgang mit Unsicherheiten/ Sensitivitäten

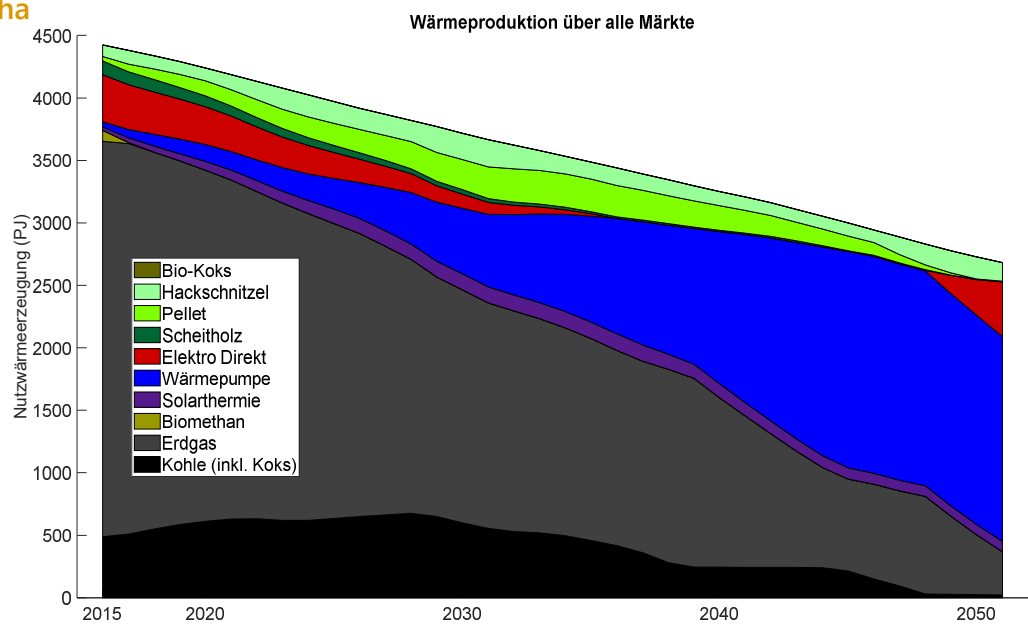
Szenarien

	Biomassepotential	
	Reststoffe + 2 Mio ha Anbau	Reststoffe + 0 ha Anbau
80 %	✓	✓
95 %	✓	✓

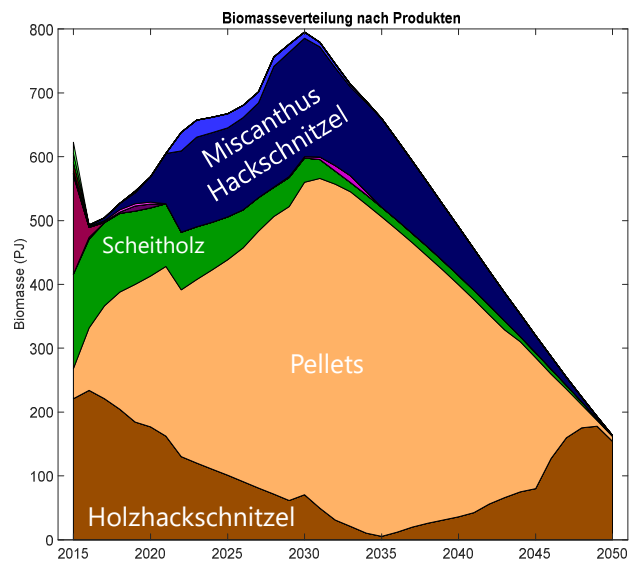
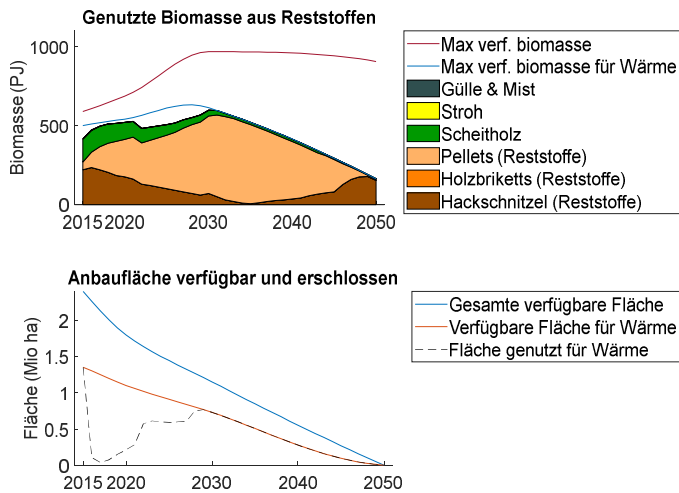
- Stromsektor wird im Modell nicht abgebildet!
- → Definition Szenarienrahmen (Studie „Klimaschutzszenario 2050“, Öko-Institut)
- Relevante Parameter für Szenarienrahmen:
 - Strompreisentwicklung
 - Gas-, Kohlepreisentwicklung,
 - CO₂-Zertifikate Preisentwicklung,
 - Strommixemissionsfaktorentwicklung



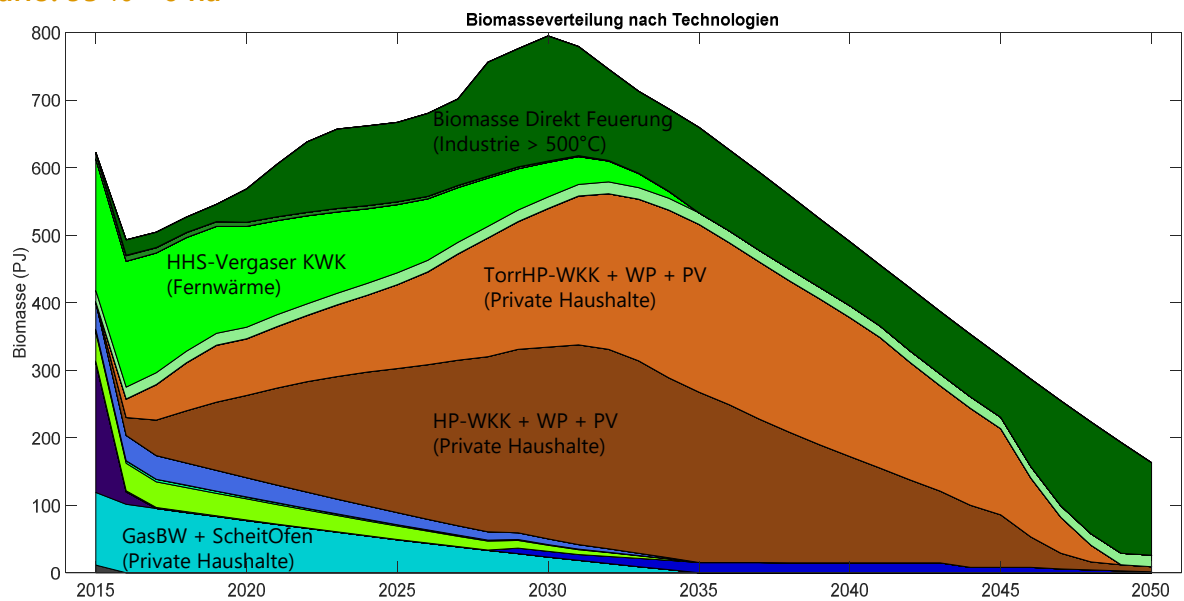
Optimierungsergebnisse Scenario: 95 % - 0 ha



Optimierungsergebnisse Scenario: 95 % - 0 ha



Optimierungsergebnisse Scenario: 95 % - 0 ha



Schlussfolgerungen der Szenarienanalyse

- 80%:
 - Holzige Reststoffe: Einsatz in Hybrid (Torr-) Pellet WKK Anlagen in den privaten Haushalten
 - Anbaubiomasse (Miscanthus): Einsatz in Industrienanwendungen verschiedener Temperaturniveaus
- 95%:
 - Holzige Reststoffe:
 - Mittelfristig: Einsatz in Hybrid (Torr-) Pellet KWK Anlagen in den privaten Haushalten
 - Langfristig: Einsatz in Hochtemperatur Industrienanwendungen
 - Anbaubiomasse (Miscanthus): Einsatz in Hochtemperatur Industrienanwendungen



Sensitivitätsanalyse

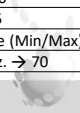
Methode:

- Globale Sensitivitätsanalyse von Sobol'
- Unsicherheit in 32 Parametern untersucht
- 34.000 Modellläufe (0,4% unlösbar)

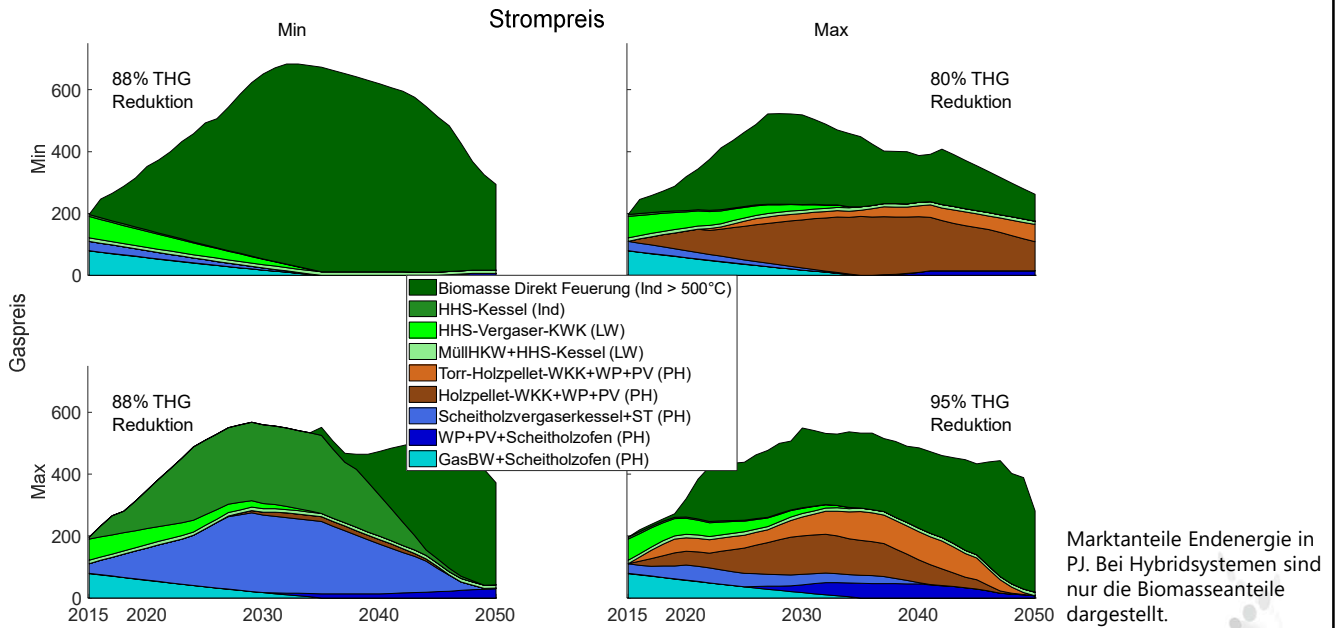
Ergebnisse:

- **Strom- und Gaspreis:** Beeinflusst die Wettbewerbsfähigkeit der Technologien deutlich
- **Klimaziel:** Ändert die Wettbewerbsfähigkeit der Technologien ab 2040; ein höheres Klimaziel begünstigt HHS Technologien
- **Biomasse Potential/ Sektorzuweisung:** verstärkt/ schwächt die Marktanteile, beeinflusst aber nicht die Wahl der Technologie
- **Hoher Zinssatz:** Verstärkt die Marktanteile zugunsten von HHS Technologien, beeinflusst aber nicht die Wahl der Technologie

Parameter	Min in %	Max in %
Strompreis	Variation entsprechend recherchierter Studien (12-24 Studien / Parameter)	
Gaspreis		
Kohlepreis		
CO ₂ -Zertifikatspreis		
Strommischemissionsfaktor		
Steigerung Biomassepreise[%/a]	1	5
Zinssatz [%]	1	7
Investition HHS Tech.	-10	+10
Investition Pellet Tech.	-10	+10
Investition Scheitholz Tech.	-10	+10
Investition Elektro Direkt Tech.	-10	+10
Investition Wärmepumpen Tech.	-10	+10
Investition Solarthermie	-10	+10
Investition Gas Tech.	-10	+10
Lebenszeit HHS Tech.	-5	+5
Lebenszeit Pellet Tech.	-5	+5
Lebenszeit Scheitholz Tech.	-5	+5
Lebenszeit Elektro Direkt Tech.	-5	+5
Lebenszeit Wärmepumpen Tech.	-5	+5
Lebenszeit Solarthermie	-5	+5
Lebenszeit Gas Tech.	-5	+5
Emissionsfaktor Biomasse Rohstoffe	-30	+30
Emissionsfaktor Fossile Rohstoffe	-10	+10
Wirkungsgrad HHS Tech.	-5	+10
Wirkungsgrad Pellet Tech.	-5	+10
Wirkungsgrad Pellet Tech.	-5	+10
Wirkungsgrad Biogas Tech.	-5	+10
Ertrag Energiepflanzen Verbrennung	-33	+33
Ertrag Energiepflanzen Vergärung	-20	+20
THG Reduktionsziel	80	95
Biomasse Potential	Ressourcendatenbank webapp.dbfz.de (Min/Max)	
Biomasse Wärmesektorzuweisung	Akt. Nutz. → 30	Akt. Nutz. → 70



Lösungsraum für Bioenergietechnologien unter unsicheren Entwicklungen



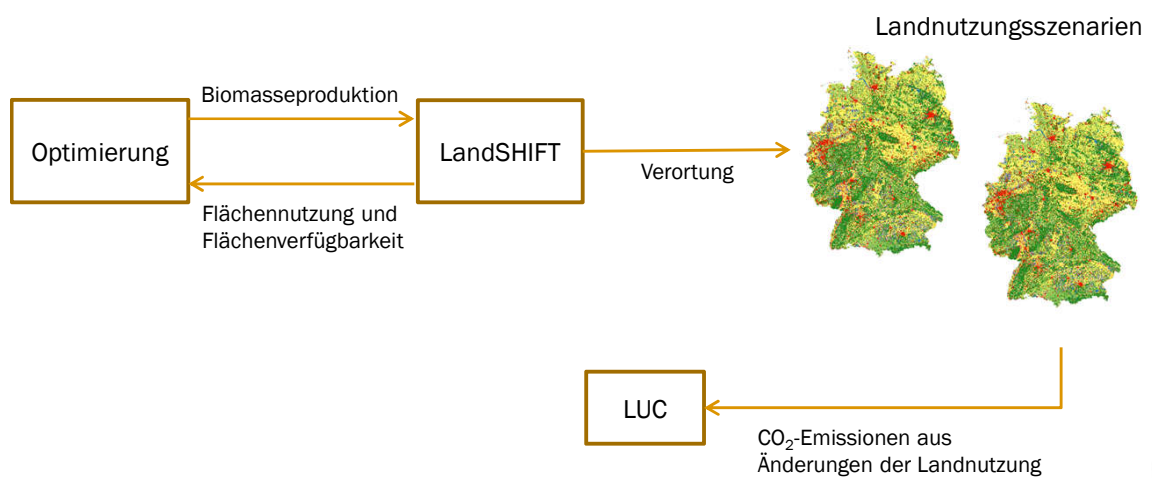
11

BioPlanW - Systemlösungen Bioenergie im Wärmesektor

18.09.2019



Workflow Optimierung/ LandSHIFT/ LUC



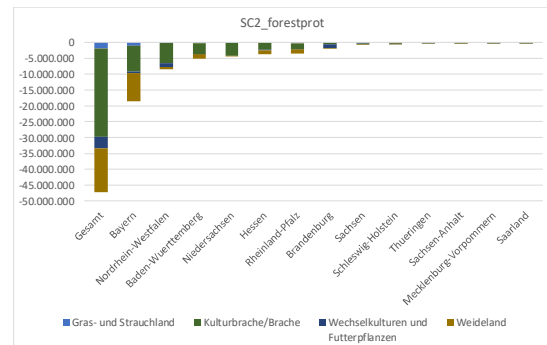
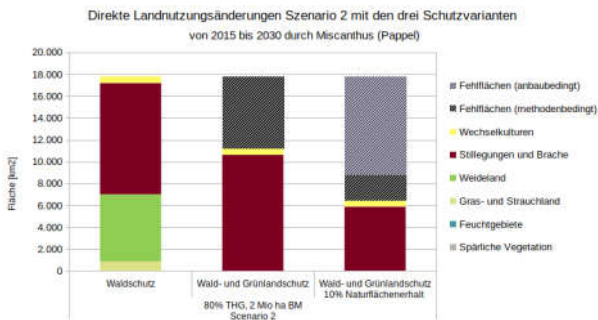
12

BioPlanW - Systemlösungen Bioenergie im Wärmesektor

18.09.2019



Ergebnisse aus LandSHIFT & CO₂-Emissionen durch LUC



- Szenarien mit nur Waldschutz haben genügend Anbaupotentiale (insb. durch Grünlandfläche)
- Verstärkter Flächenschutz und Naturflächenerhalt führen zu Defizit bei Anbauflächen
- Konkurrenz bei Wechselkulturen prim. zu Futterpflanzen und Futtermais
- In den drei LUC Bereichen kommt es durch den Umbruch zu **Kohlenstoffanreicherungen**
- Die Ergebnisse zeigen deutlich, dass der Indikator THG-Einsparung für die Bewertung der LUC nicht ausreichend ist → Landnutzungsformen wie Kulturbrache/Brache sind z.T. wichtige Flächen für den Erhalt der **Biodiversität**.



Handlungsempfehlungen

47 BIOPLANW

MODELLKONZEPTE FÜR EINE KLIMANEUTRALE WÄRMEVERSORGUNG

HANDLUNGSEMPFEHLUNGEN

1 Einsatz von WKK-Technologien

- A. ERWARTUNGEN
- B. RAHMENBEDINGUNGEN
- C. HEMMNISSE
- D. FORSCHUNG, ENTWICKLUNG UND DEMONSTRATION
- E. MARKTUMSETZUNG

2 Industrielle Wärmenutzung

- A. ERWARTUNGEN
- B. RAHMENBEDINGUNGEN
- C. HEMMNISSE
- D. FORSCHUNG, ENTWICKLUNG UND DEMONSTRATION
- E. MARKTUMSETZUNG

3 Bereitstellung von Festbrennstoffen

- A. ERWARTUNGEN
- B. RAHMENBEDINGUNGEN
- C. HEMMNISSE
- D. FORSCHUNG, ENTWICKLUNG UND DEMONSTRATION
- E. MARKTUMSETZUNG



Handlungsempfehlungen

1. Einsatz von Wärme-Kraft-Kopplungs-Bioenergie-Technologien

(Smarte Strom-Wärme-Sektorkopplung)

- Stromknappheit muss sich beim Endkunden in angepasst hohen Preisen widerspiegeln
- Reduktion der Komplexität für die Akteure

2. Einsatz fester Biomasse in industrieller (Hochtemperatur-) Prozesswärme

- Definierter THG Minderungsfahrplan
- Industrie verpflichtet zu dekarbonisieren
- Hochtemperatur-Einsatz der Biomasse anreizen

3. Bereitstellung von Festbrennstoffen

- Verstärkte Nutzung von Reststoffen und minderwertigen Nebenprodukten
- Etablierung von Miscanthus diskutieren



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Publikationen

- Nora Szarka, Volker Lenz, Daniela Thrän. The crucial role of biomass-based heat in a climate-friendly Germany—A scenario analysis. *Energy*. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.115859>
- Volker Lenz, Matthias Jordan. Technical and economic data of renewable heat supply systems for different heat sub-sectors. <https://data.mendeley.com/datasets/v2c93n28rj> doi:10.17632/v2c93n28rj.1
- Daniela Thrän, Volker Lenz, Diana Pfeiffer (Hrsg.)(2019): Focus on: Systemlösungen im Wärmesektor. 47 Modellkonzepte für eine klimaneutrale Wärme. In: Fokusheft Energetische Biomassenutzung, Leipzig – ISSN 2192-1156 (im Druck)
- Matthias Jordan, Volker Lenz, Markus Millinger, Katja Oehmichen, Daniela Thrän. Competitive Biomass Key Applications to Fulfill Climate Targets in the German Heat Sector: Findings from Optimization Modelling. *EUBCE Conference Proceedings*. <http://www.etaflorence.it/proceedings/?detail=16385> doi:10.5071/27thEUBCE2019-5BV.3.10
- Matthias Jordan, Volker Lenz, Markus Millinger, Katja Oehmichen, Daniela Thrän. Future competitive bioenergy technologies in the German heat sector: Findings from an economic optimization approach. *Preprint submitted to Energy*. <https://arxiv.org/abs/1908.10065>
- Matthias Jordan, Markus Millinger, Daniela Thrän. Robust bioenergy technologies for the German heat transition: A novel approach combining optimization modeling with Sobol' sensitivity analysis. *Planned submission to Energy Conversion and Management in 09/2019*.



Kontakt

Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH - UFZ

AnsprechpartnerIn: **Matthias Jordan**

Arbeitsbereich: Department Bioenergie
AG: Erneuerbare Energien

E-Mail: matthias.jordan@ufz.de

Telefonnr.: +49 341 2434 590

Webseite: <https://www.ufz.de/index.php?de=43046>

Anschrift: Permoserstraße 15
04318 Leipzig
Germany

