



WESTFÄLISCHE
WILHELMS-UNIVERSITÄT
MÜNSTER

ENERGY OF THE FUTURE
Commission on the monitoring process

碳中和：德国战略

CARBON NEUTRALITY: GERMAN STRATEGY

吕安迪教授 Prof. Andreas Löschel

明斯特大学

“德国政府未来能源专家委员会” 主席

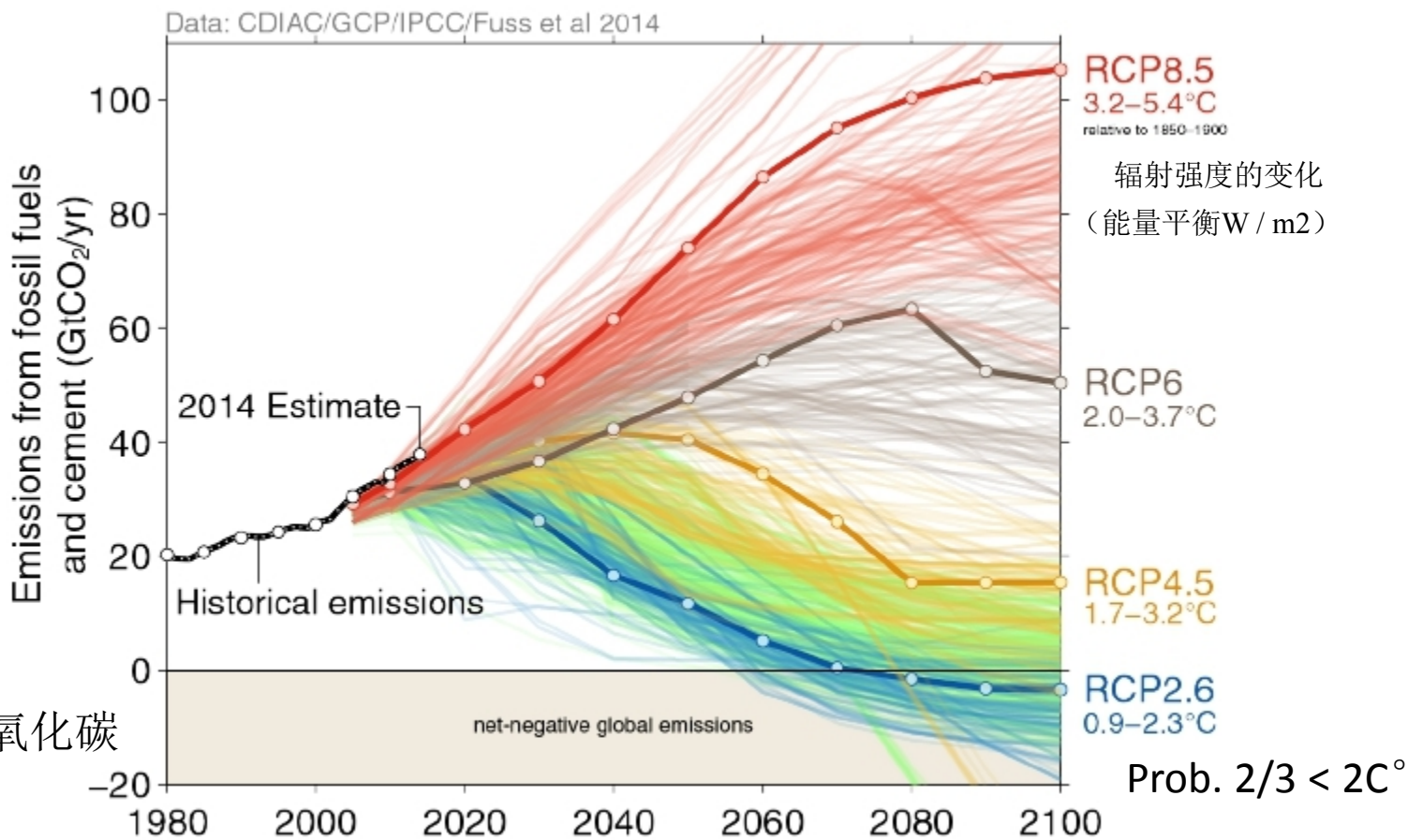
山东财经大学中国国际低碳学院 学术委员会副主任

wissen leben
WWU Münster

CARBON 100

山东财经大学中国国际低碳学院

IPCC (AR5) 提出的转型途径



负排放：
去除大气中的二氧化碳

资料来源：Clark, Löschel et al. (IPCC, 2014), Peters (2015)

如果所有国家立即开始减排，并且所有核心技术均已具备并投入使用，那么实现碳中和将不会耗费全球过多成本。

能源转型的监管

<http://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Artikel/Energy/monitoring-implementation-of-the-energy-reforms.html>



德国温室气体排放

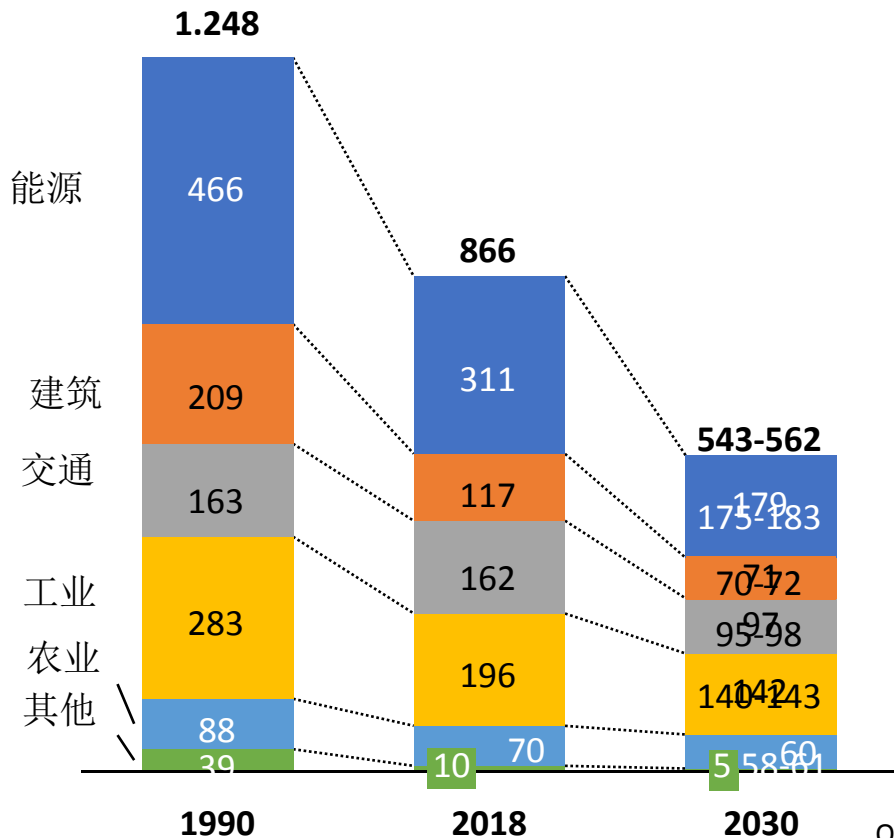
2019年：温室气体排放减少6%至805Mt
2020年：二氧化碳排放减少72Mt > 10%
PEC - 9% (煤炭-26%, 石油-9%,
天然气-3%, 可再生能源+ 3%)



资料来源：Clean Energy Wire (2019)

德国2050年气候保护计划 + 气候中和

不同部门的排放
(以百万吨二氧化碳当量计)



1990-2030 总减少量

部门	德国目标
能源	-55%
建筑	-62%
交通	-66%
工业	-41%
农业	-50%
其他	-32%

Quelle: BMU (2019)

+ 欧洲绿色新政

部门	1990-2030 目标	2030-2050 目标	2050 目标
能源	-3,7%	-3,7%	-5,4%
建筑	-4,5%	-4,5%	-8,7%
交通	-4,1%	-4,1%	-4,7%
工业	-4,2%	-4,2%	-4,9%
农业	-2,7%	-2,7%	-3,7%
其他	-1,3%	-1,3%	-1,5%
总计	40% → 55%	438 (-65%)	104 (-78%)

Quelle: Agora (2020)

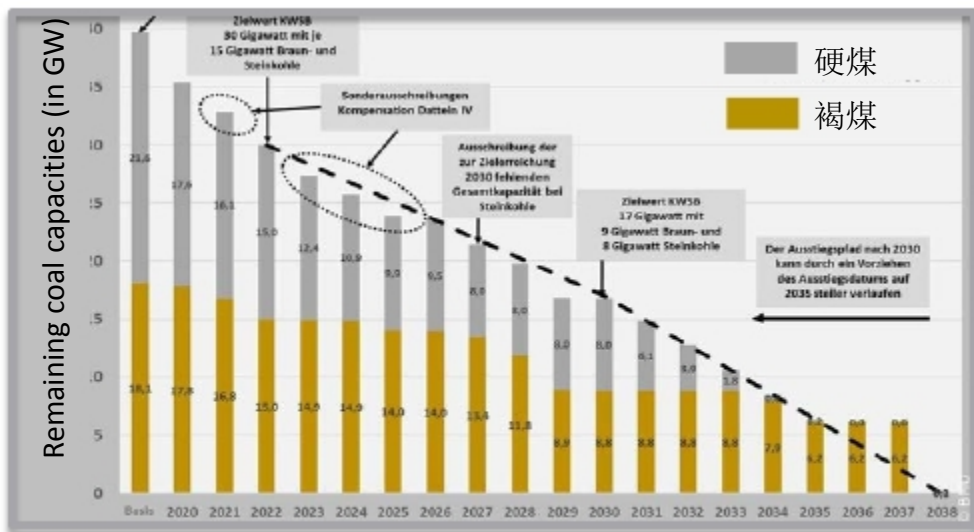
净零能源系统转型（IEA, 2020）

1. 清洁应用发电(煤炭)和工业的现有资产
2. 通过加强市场和研究开发，促进清洁能源创新
 - 电气化
 - 碳捕获、利用和储存
 - 氢和与氢有关的燃料
 - 生物质能
3. 开发和升级基础架构以实现净零技术部署
4. 强化国际合作

现有发电与工业资产

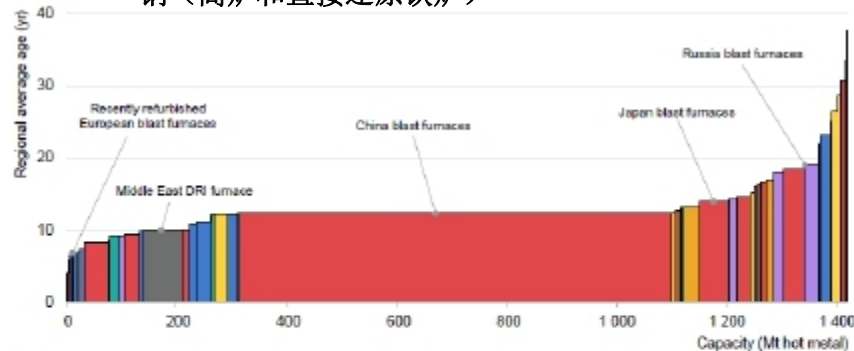
德国去煤计划

- 德国政府煤炭委员会：最晚**2038年**完成去煤
- 欧盟绿色新政：比EU ETS更高的碳价 (50 - 60 €/tCO₂ vs. 35 €/tCO₂ in NECPs)
→ 更快速的市场主导下的煤炭退出

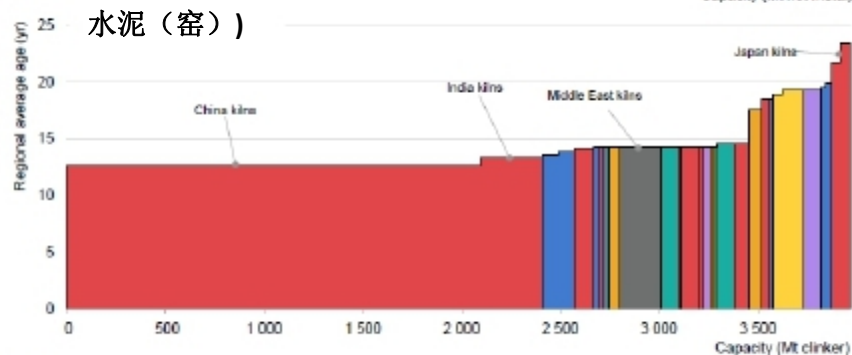


Source: BMU (2020)

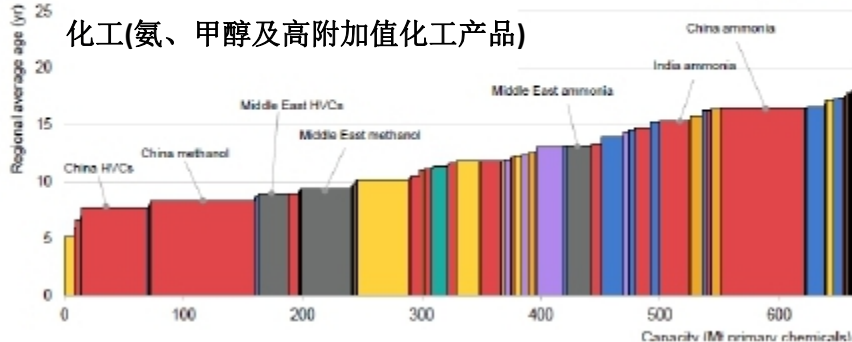
钢（高炉和直接还原铁炉）



水泥（窑）



化工(氨、甲醇及高附加值化工产品)

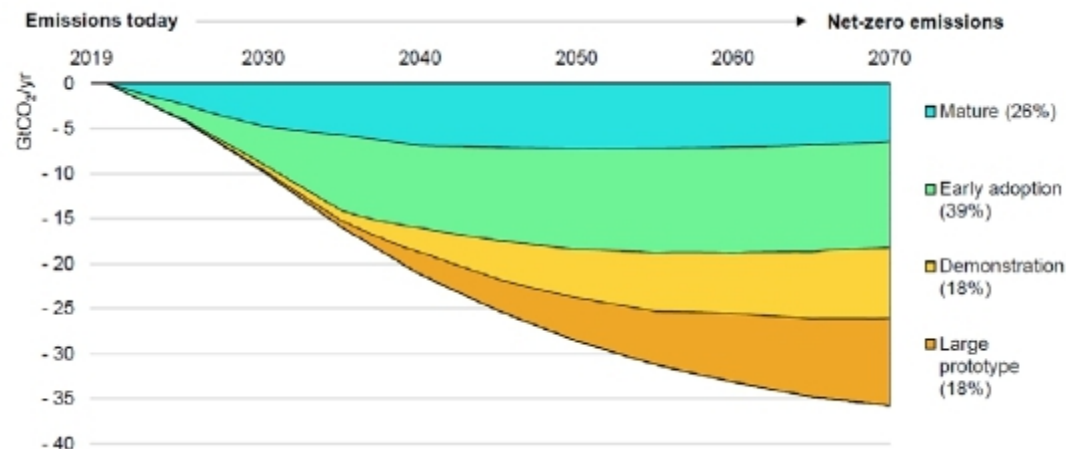
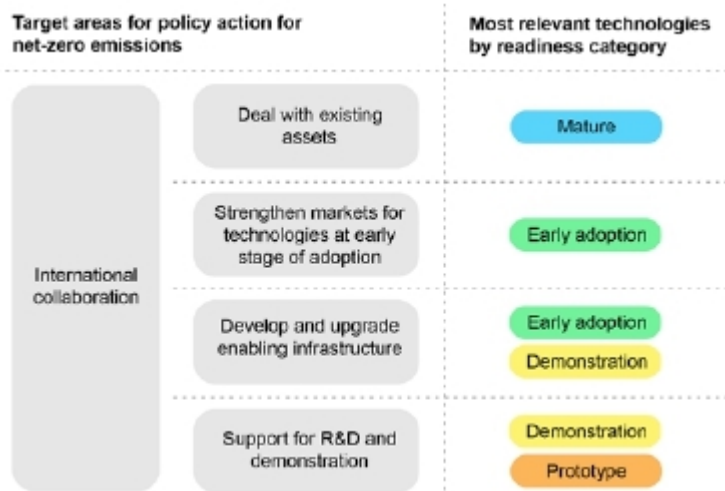


Legend: Asia Pacific (red), Eurasia (blue), Middle East (grey), Africa (green), Europe (purple), CSAM (orange), North America (yellow)

Prof. Dr. Andreas Löschel 资料来源: IEA Energy Technology Perspectives (2020年)

刺激气候中和技术创新

当前技术成熟度可减少能源部门二氧化碳排放水平



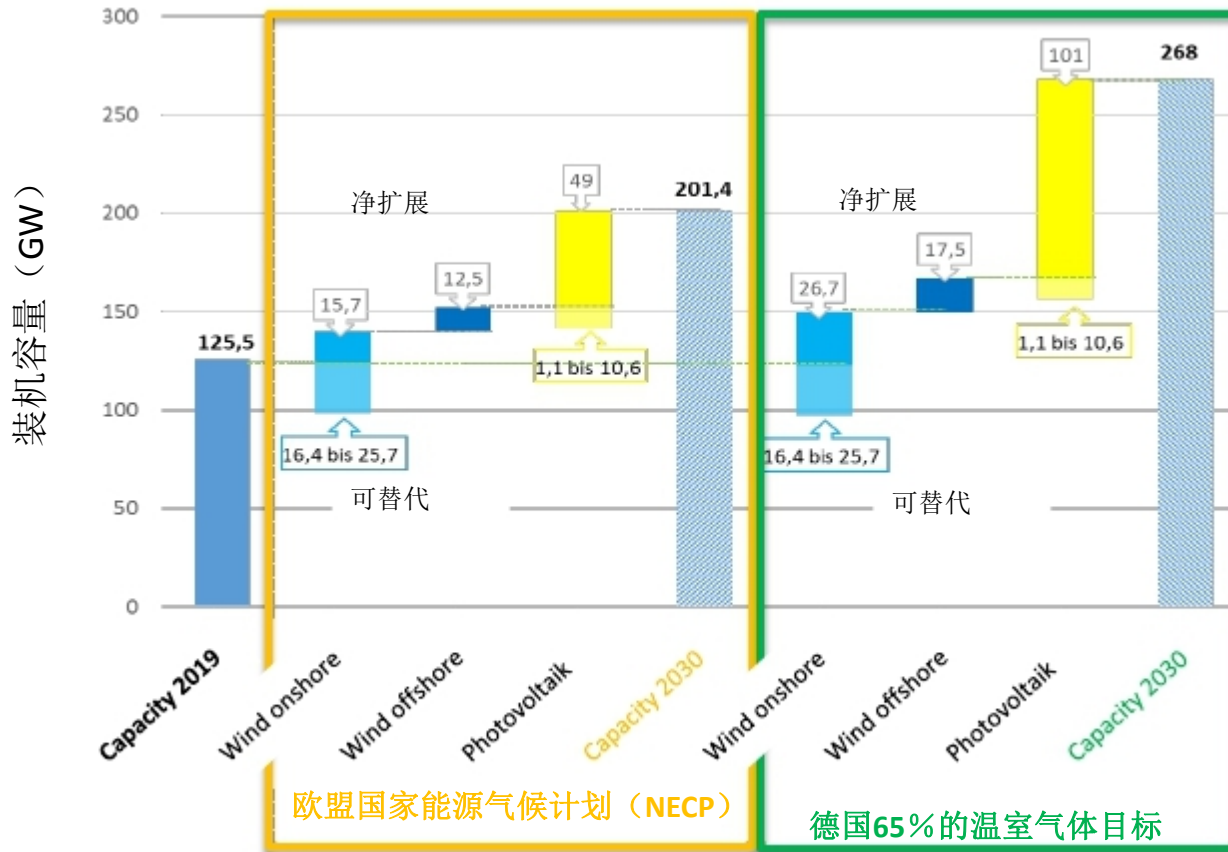
以下领域亟待清洁能源创新：

- 电气化
- 碳捕获，利用和储存
- 氢和氢相关燃料
- 生物质能

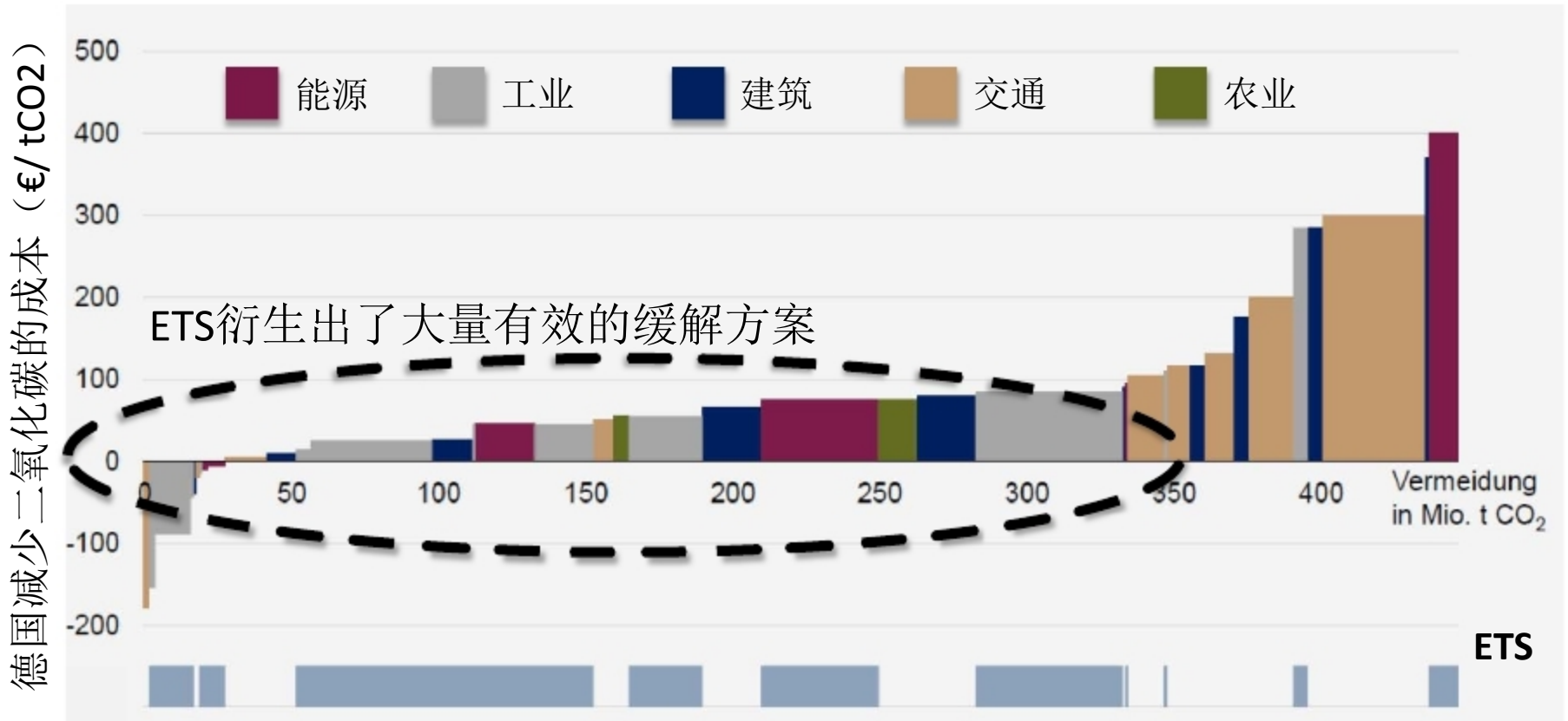
资料来源： IEA Energy Technology Perspectives （2020年）

德国能源系统电气化

- 2030年达到低用电量（580 TWh）情况下可再生能源占比65%，但需：采用氢能战略电气化，工业需求转变，发展电动汽车
- 绿色新政：2030年可再生能源目标为70%（2020年：约45%）



碳定价和配套工具



资料来源：BDEW（2019）基于BDI（2018）

德国氢能战略

“当提到氢能技术时，我们希望德国成为公认的世界第一。”

——经济部长彼得·阿尔特迈尔

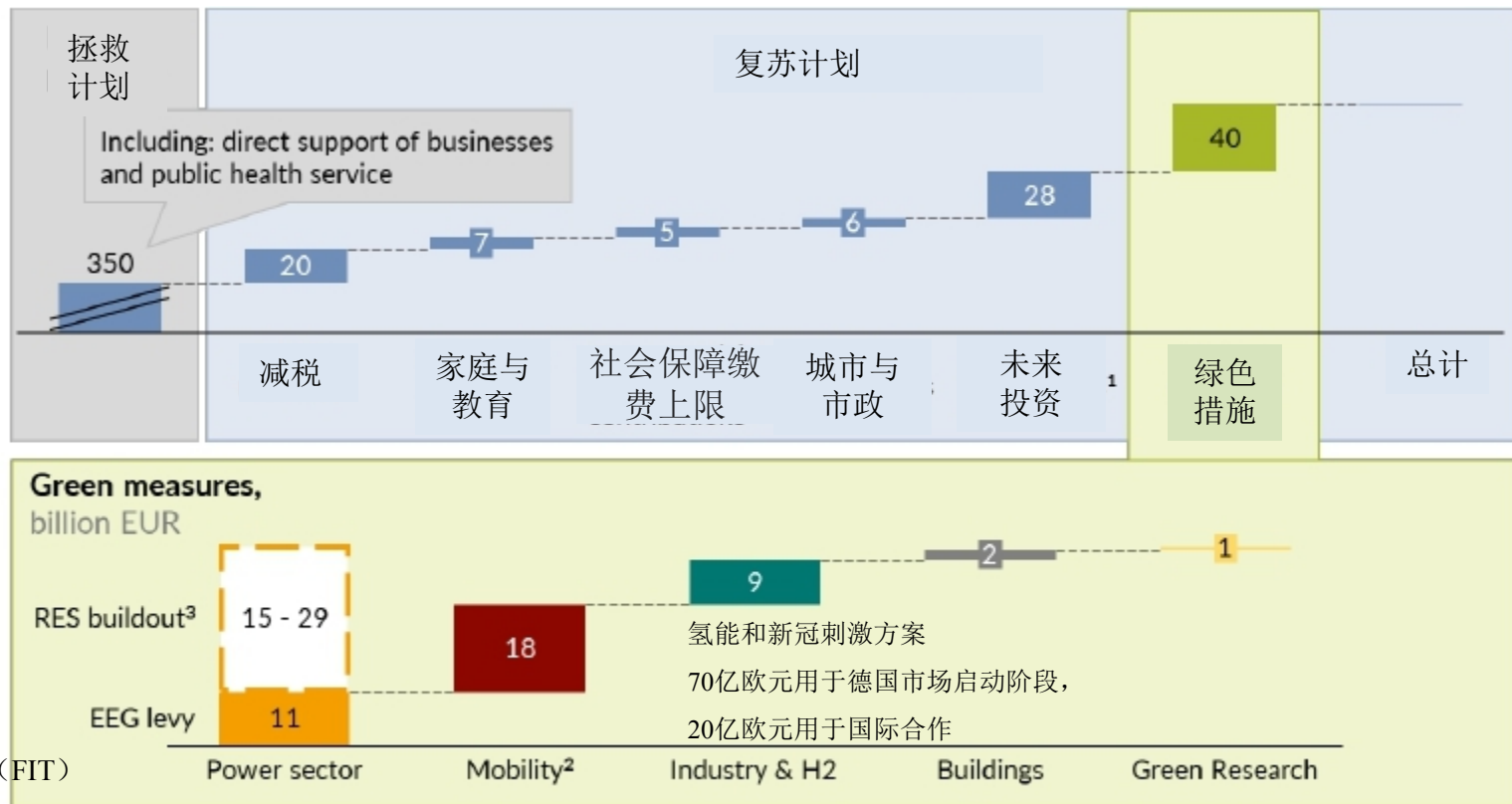
GJETC

German-Japanese Energy
Transition Council (GJETC)

- 绿色氢能：蓝氢/绿氢作为过渡
- 行业部门：工业（钢铁，化学，精炼），运输业（公共汽车和火车，重型卡车，物流，轿车等），热力部门（长期）
- 氢气主要依赖进口（北海和波罗的海，南欧，能源伙伴关系和协同开发）
- 电解能力：2030年为5 GW (for 14 TWh/a green H₂, 在当时总需求量为90-110 TWh/a, 当前为 55TWh/a)
- 措施：将氢气排除在上网电价补贴（FIT）之外，使用碳定价策略，运输和加油基础设施建设，碳差价合约（CCfD），需求总量控制等。



德国经济拯救与复苏计划

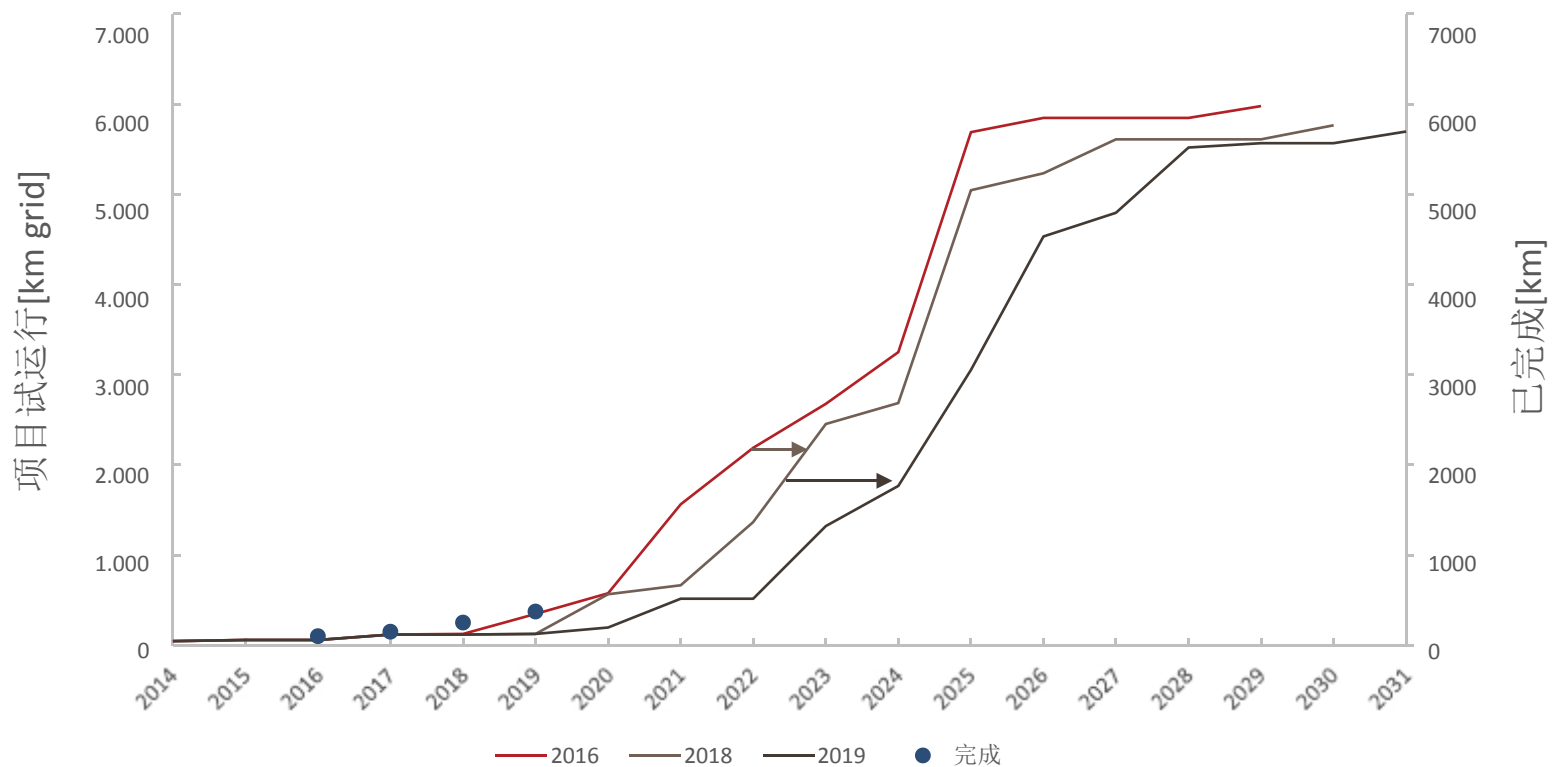


收入来自德国新ETS
热力和交通部门

用于稳定上网电价补贴 (FIT)

1)包括公共卫生系统、数字化、5G、量子技术和人工智能等方面的支出。2)包括:电动汽车和充电基础设施的创新和便利;公共汽车, 卡车, 轮船, 飞机的创新。对火车、公共交通和重建的援助是经济复苏计划的一部分, 但并没有被量化。我们估计资本支出是这些措施的金量为290亿欧元。另外, 上网电价将达到约150亿欧元。

发展和升级基础设施



Expert Commission on the Energy of the Future Monitoring Process

Promoting
climate protection,
enhancing prosperity –
Comments on central fields of action
for the German energy transition in
the European context

能源转型的监管

[http://www.bmwi.de/Redaktion/EN/
Artikel/Energy/monitoring-implementation
-of-the-energy-reforms.html](http://www.bmwi.de/Redaktion/EN/Artikel/Energy/monitoring-implementation-of-the-energy-reforms.html)

利奥波第那科学院（德国国家科学院）
德国科学与工程学院
德国科学与人文学院联盟

[https://www.leopoldina.org/
publikationen/detailansicht/publication/
energiewende-2030-europas-weg-zur-
klimaneutralitaet-2020/](https://www.leopoldina.org/publikationen/detailansicht/publication/energiewende-2030-europas-weg-zur-klimaneutralitaet-2020/)



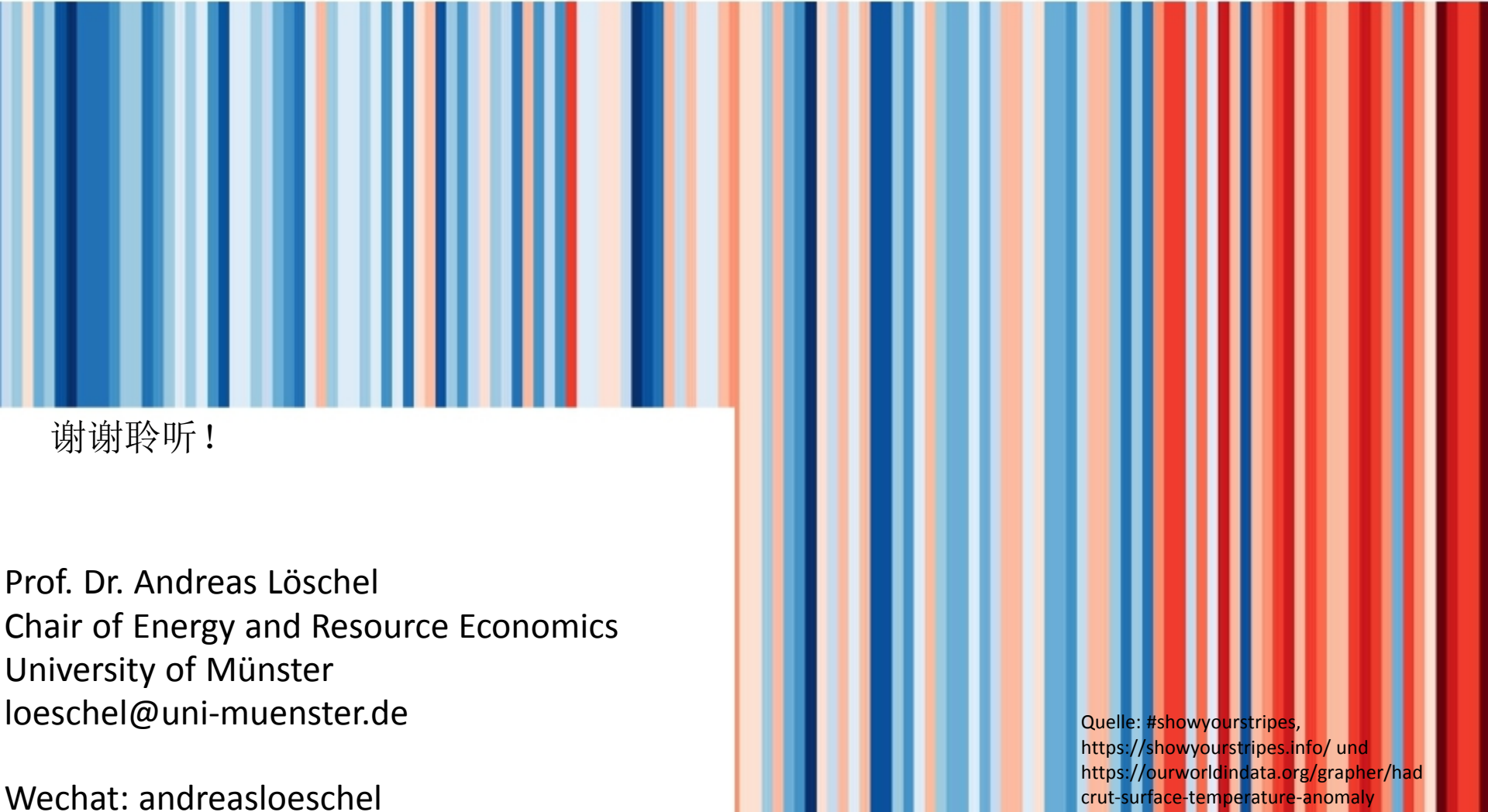
Leopoldina
Nationale Akademie
der Wissenschaften



Ad hoc statement – June 2020

Energy transition 2030:
Europe's path to carbon neutrality

大约1901-2018年间德国的热感线



谢谢聆听！

Prof. Dr. Andreas Löschel
Chair of Energy and Resource Economics
University of Münster
loeschel@uni-muenster.de

Wechat: andreasloeschel

Quelle: #showyourstripes,
<https://showyourstripes.info/> und
<https://ourworldindata.org/grapher/had-crut-surface-temperature-anomaly>