

Energiewende in Deutschland und Japan

日独のエネルギー転換 JDZB

Dr. Hiroomi Fukuzawa

Strukturwechsel von Energieerzeugung und Verbrauch

Strom

Wärme (Heizung)

Verkehr

Ziele der Energiewende

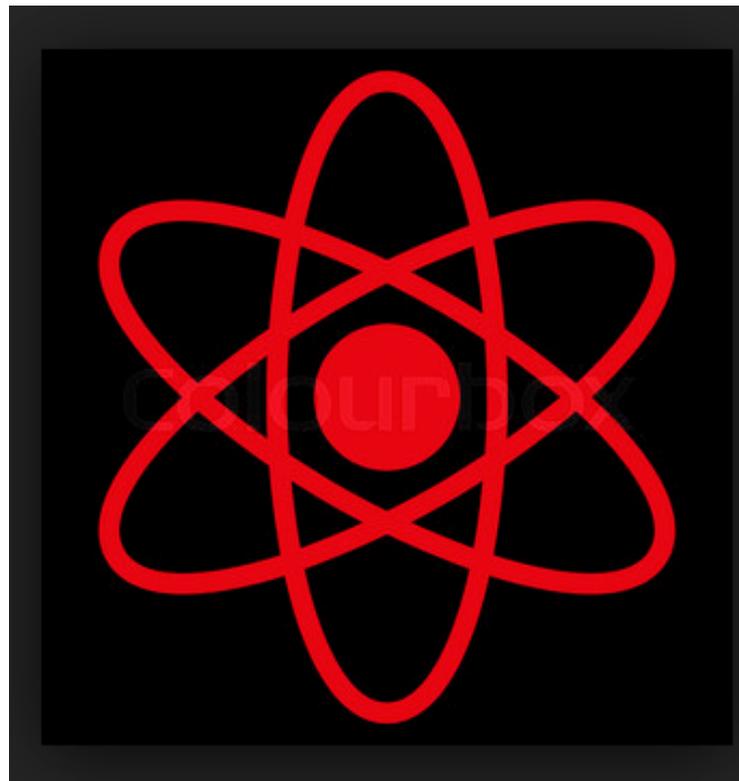
Ausstieg aus der Atomenergie

Ausstieg aus der fossilen Energie

- **Club of Rome** (1972)

- **Ölkrise** (1973-1980)

Atomenergie



Fritz Haber Institut



Chronologie der Atomenergie

- 1938 : Entdeckung der Kernspaltung durch Otto Hahn, Lise Meitner, Fritz Straßmann
- Uran 235: aus 1 Gramm entsteht Energie von 3 Tonnen Steinkohle
- 1941 : Manhattan-Projekt zur Herstellung der Atombomben
- 1945 : Hiroshima und Nagasaki (Ersatz für Deutschland)
- 1953 : Atom for Peace (Eisenhower auf der UNO-Vollversammlung)

Anzahl der Kernreaktoren und Laufzeit

	Deutschland	Japan
1960-1969	8	3
1970-1979	11	20
1980-1989	12	16
1990-1999		13
2000-		4
Im Bau		2
Laufzeit	32 Jahre	40+20 Jahre



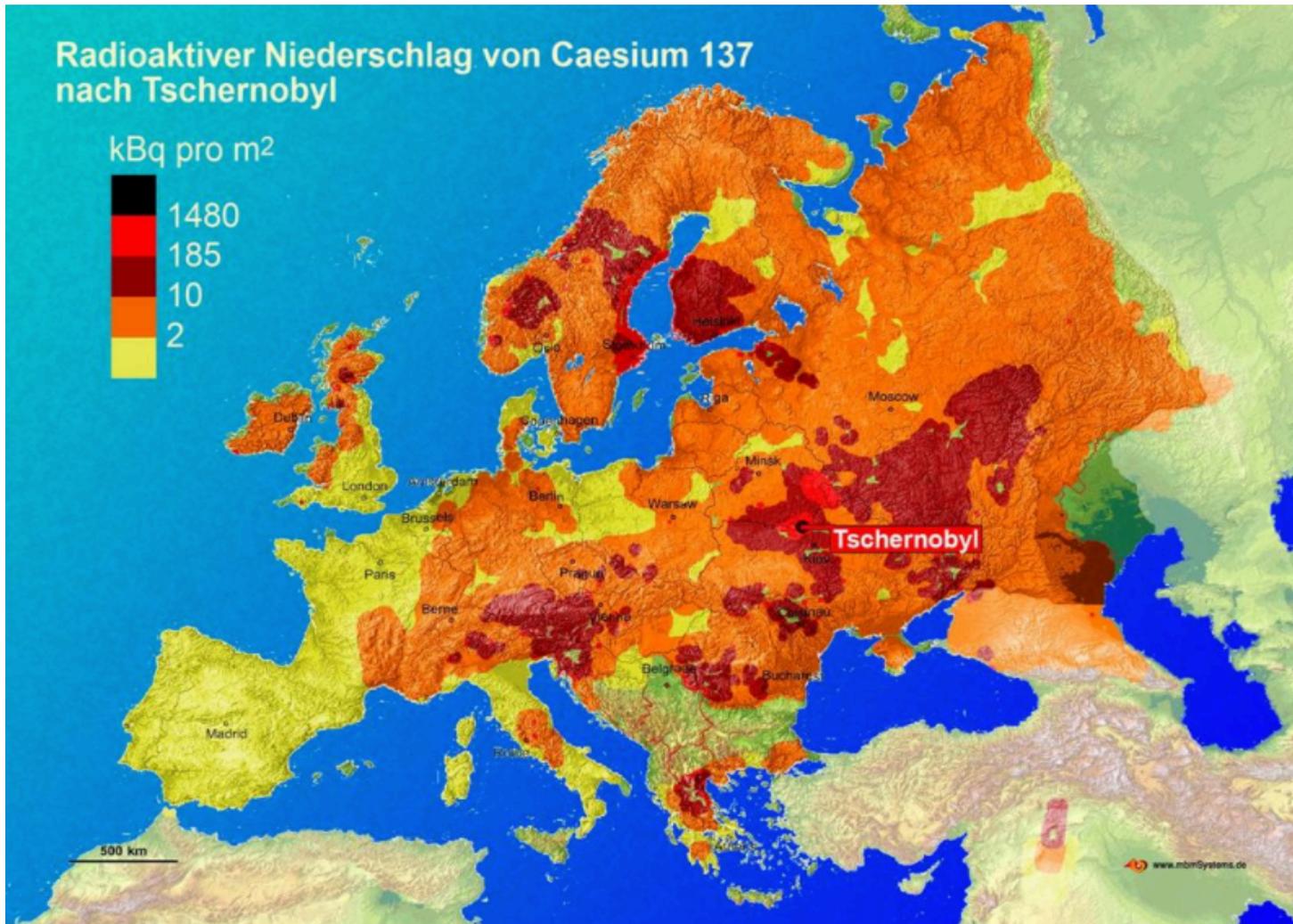
国立東京第一病院に
入院中の久保山愛吉
(右端)

Reaktorunfälle

- Reaktorunfall Three Mile Island (1972)
- Reaktorunfall Tschernobyl (1986)
- Reaktorunfall Fukushima (2011)

26.4.1986 : Reaktorhavarie Tschernobyl





Tschernobyl-Besuch



der neue Sarkophag



Das Hotel Tschernobyl (16km)



Das Riesenrad in Prypjat (Stadt)



Samosely (Frau Maria) 84 Jahre



Deutschland



Getty Images

AKW Grohnde bei Hameln: Schwindende Bedeutung der Kernkraft

Chronologie der Anti-AKW-Bewegung (1)

- 1970er: Wyhl (Freiburg)
- 1983: Die Grünen im Bundestag
- 26.4.1986 : Tschernobyl-Havarie
- Beginn des großen Widerstandes: Zahlreiche Bürgerinitiativen
- Gorleben : Zwischenlagerung
- Schnellbrüter Kalkar : 1971 - 1985 - 1991 (Stilllegung)



Gorleben





Chronologie der AKW-Politik

- 2000 : erster Ausstieg aus der Atomenergie von Schröder+Fischer
- 10.2010 : Verlängerung der Laufzeit um 12 Jahre von Merkel
- 11.3.2011 : Fukushima-Daiichi-Havarie
- Zwei Kommissionen
 - Reaktorsicherheitskommission (RSK)
 - Ethikkommission
- Ende Mai 2011 : Atomausstieg Merkels
- 2022: Stilllegung aller Atomreaktoren
- 7 Reaktoren am Netz
- 2031 : Auswahl des Standortes für die Endlagerung
- 2051 : Betriebsbeginn der Endlagerung (once-through system)

•Japan und Atomenergie



Anzahl der Kernreaktoren und Laufzeit

	Deutschland	Japan
1960-1969	8	3
1970-1979	11	20
1980-1989	12	16
1990-1999		13
2000-		4
Im Bau		2
Laufzeit	32 Jahre	40+20 Jahre

Hersteller der Atomreaktoren in Japan

- BWR (32)
 - Hitachi 11
 - Toshiba 11
 - GE 6
 - Hitachi + Toshiba + GE: 4 (ABWR)
- PWR (21)
 - Mitsubishi 19
 - Westinghouse 2

Fusionen

- 2006 - 2008
- Hitachi + GE
- Toshiba + Westinghouse
- Mitsubishi + Areva

Japan am 11.3.2011



	Three Mile Island	Tschernobyl	Fukushima-Daiichi
Natur-ereignisse			X
Not-abschaltung			o
Zerfallswärme (7%)			X
Konstruktion		XXX	XX
Steuerung	XXX	XXX	XX
Kernschmelze	XXX	XXX	XXX
Sicherheits-behälter	o	kein	o
Wasserdampf-Explosion		XXX	
Wasserstoff-Explosion			XXX

Anti-AKW-Demo



Anti-AKW-Demo

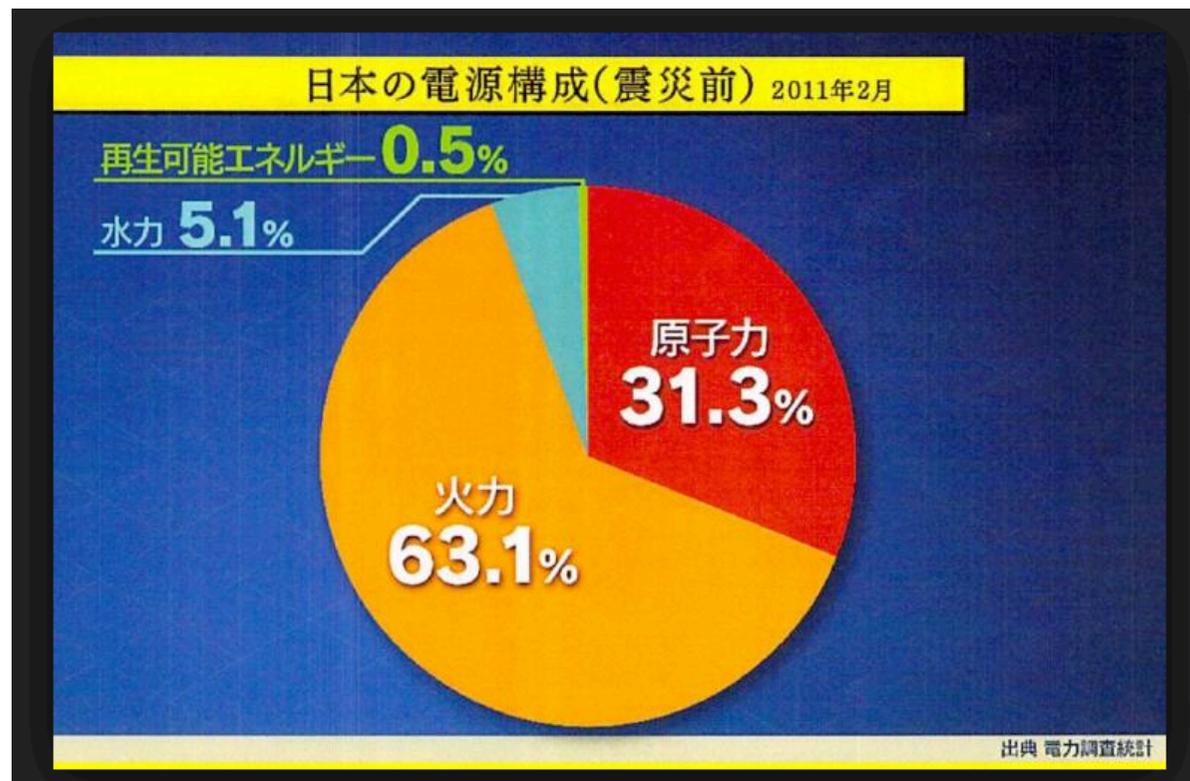




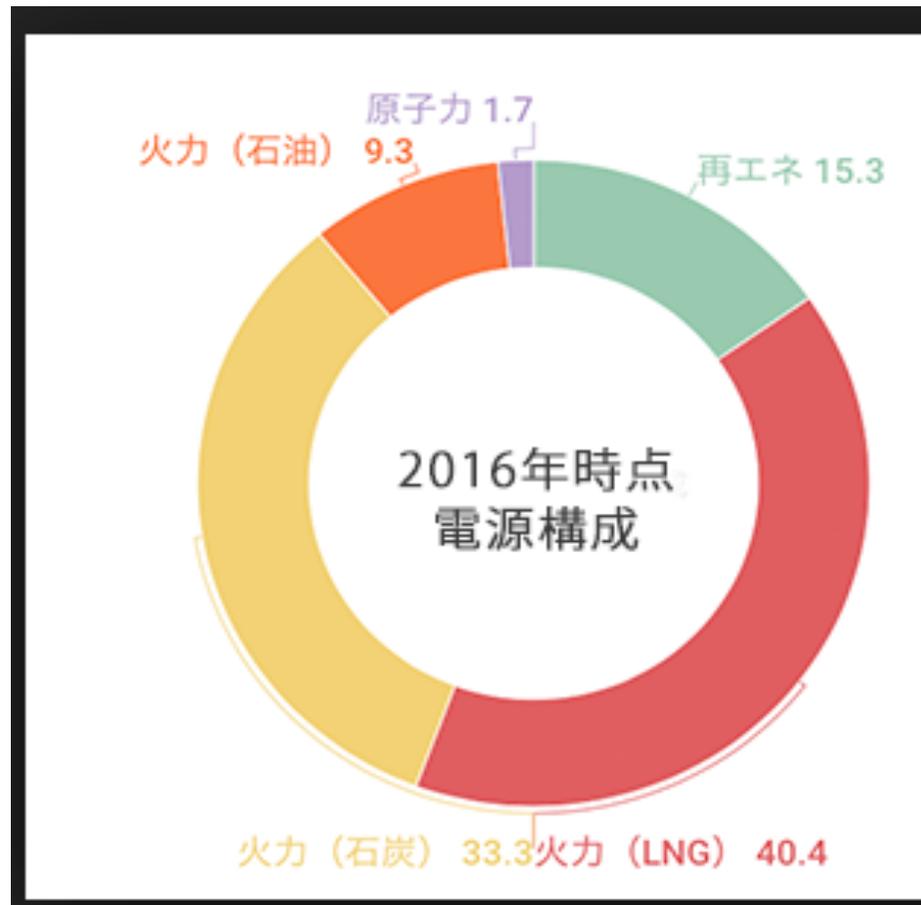
Atomkraft in Japan nach der Havarie

- 54 Atommeiler:
- 11.3.2011: Fukushima-Daiichi-Havarie
- Alle AKWs abgeschaltet: **30 % weniger Strom**
- **Vom 2012 bis 2016: keine Atomenergie**
- 2016: Wiederinbetriebnahme des AKWs
- 2018: **7** Atommeiler am Netz
- **7** zugelassen und **10** beantragt

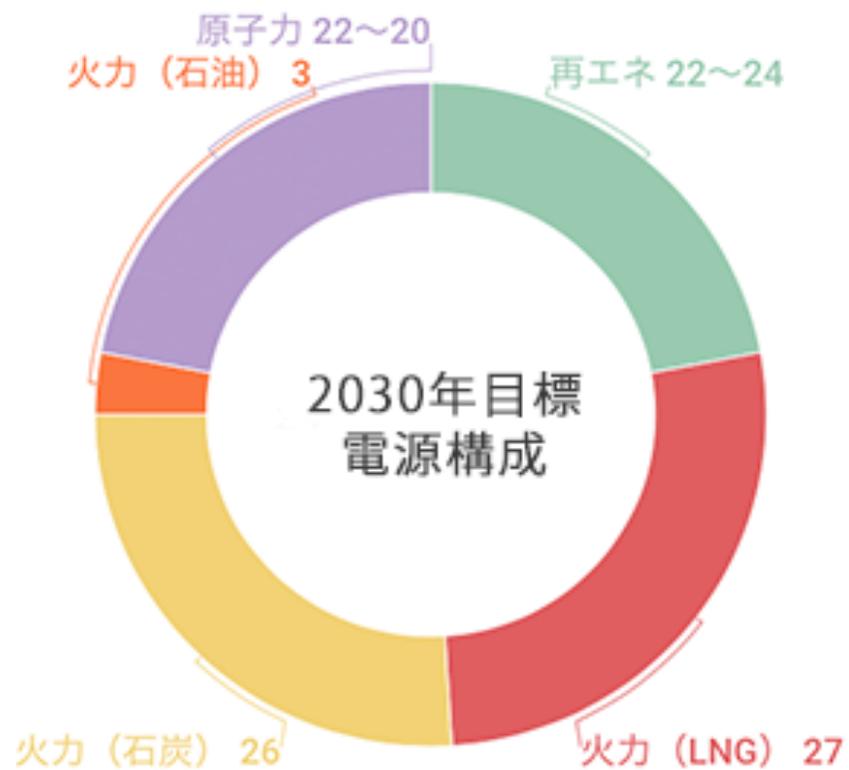
Anteile der Stromquellen im Feb. 2011



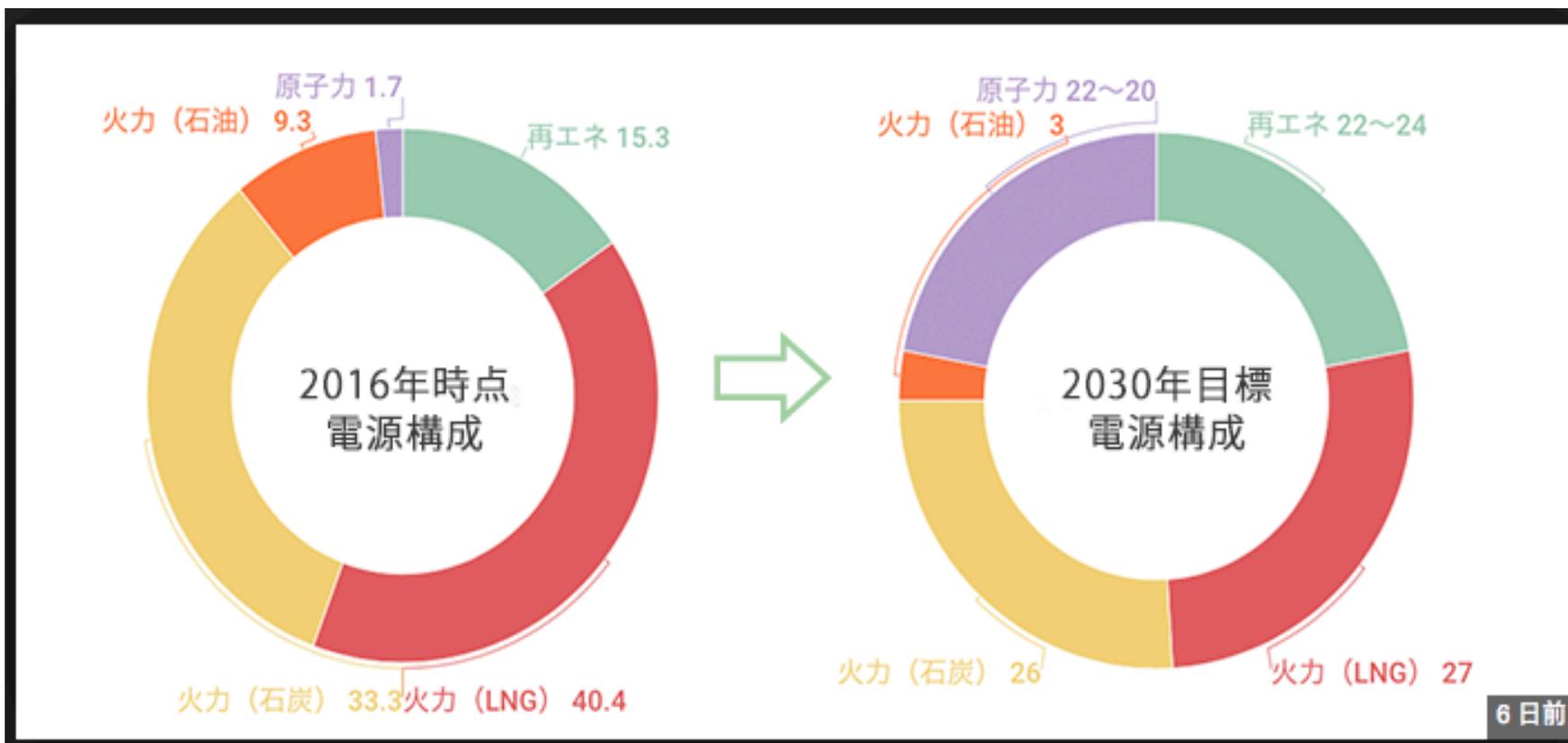
Anteile der Stromquellen 2016



Anteile der Stromquellen 2030 (Ziel)



2016 → 2030



Die Erneuerbare Energie in Deutschland



Die Erneuerbare Energie Deutschlands

- Gesetz zur Förderung der Erneuerbaren Energien : 1990年
- FIT (Einspeisevergütung) : 2000年
- Primat des Stroms aus erneuerbarer Quelle
- Merit Order (Börse : Verkaufsreihenfolge nach Grenzkosten)
- Liberalisierung der Strombörse (EUの圧力) : 2005年
- Trennung des Netzs vom Betreiber
- Gründung der zahlreichen Energiegenossenschaften (Solar)
- 2014 : vom FIT zur Direktvermarktung (Marktprämie)
- 2017 : Auktionsverfahren (4~5Cent/kwh) + Zielkorridor

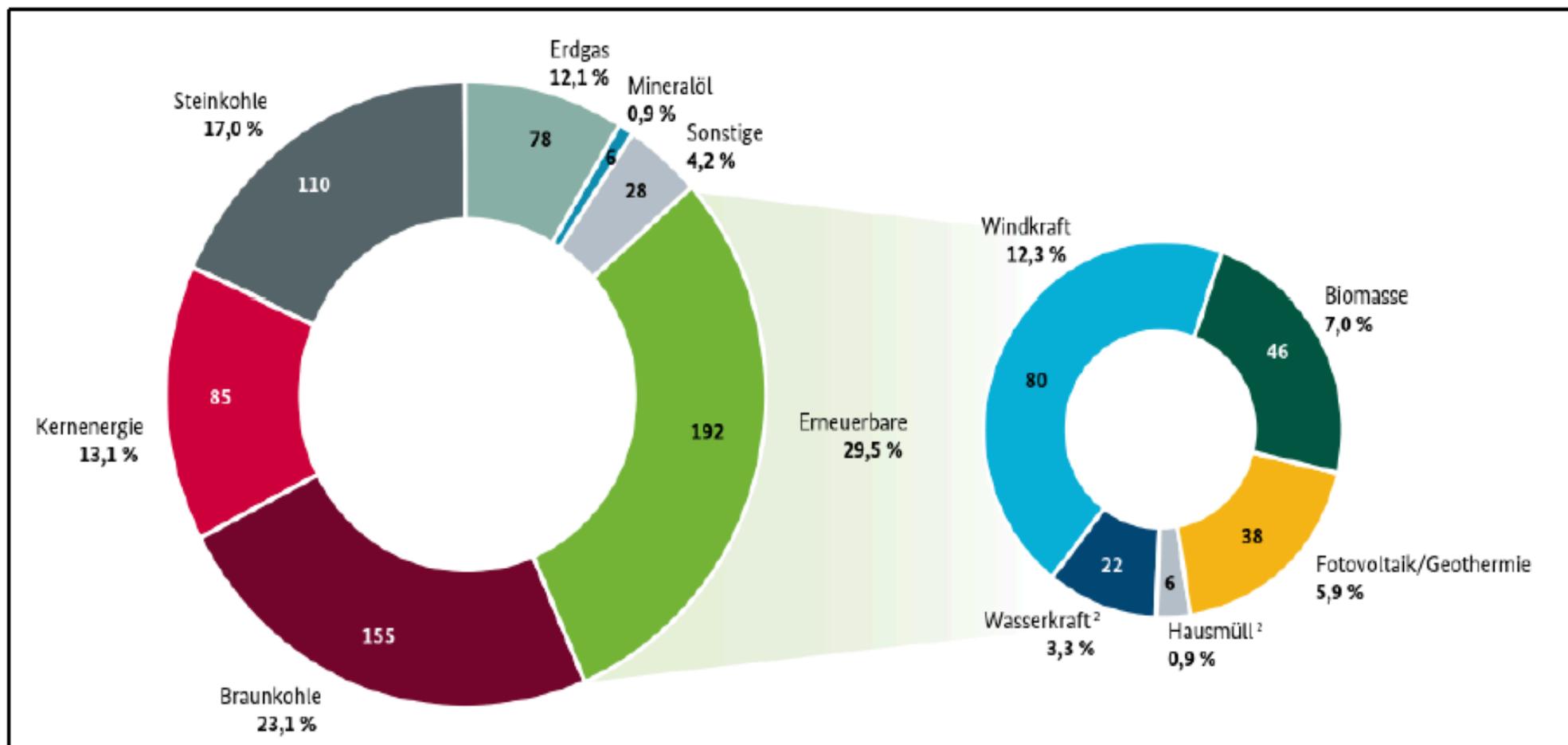


図 23 : 再生可能エネルギーによる発電量割合 (2016 年)

出所 : 連邦経済エネルギー省、「Energiesaten」、2017 年

市民による再エネ促進

表 4 太陽光発電事業の投資元

	太陽光発電設備容量 (2012 年末)	2012 年に稼働した太陽 光発電設備
市民エネルギー	15.5GW (48%)	40 億 3000 万ユーロ (30.4%)
その内 —狭い意味での市民エネルギー	15.3GW (47%)	39 億 6000 万ユーロ (29.9%)
機関投資家	15.7GW (49%)	85 億ユーロ (64%)
電力会社	1.1GW (3.5%)	7 億ユーロ (5%)
合計	32.4GW	133 億ユーロ

出所：Institut für ZukunftsEnergieSysteme、「Nutzeneffekte von Bürgerenergie」、2015 年

EPEXINTRADAY

More +

CONTINUOUS

Delivery Day : 25/10/2017

	Index (€/MWh)		Daily Volume (MWh)		Monthly Volume (MWh)	
	Base	Peak	Exchange	OTC	Exchange	OTC
 DE/AT	33.81	38.13	↗ 131,481	↘ 109	3,118,512	4,591
 FR	59.99	66.65	↘ 16,285	↘ 0	346,351	6,516
 NL	42.72	50.88	↘ 3,271	0	114,677	0
 BE	63.28	75.00	↘ 3,500	0	78,616	0
 CH	63.52	66.75	↗ 7,686	0	133,308	450

AUCTION

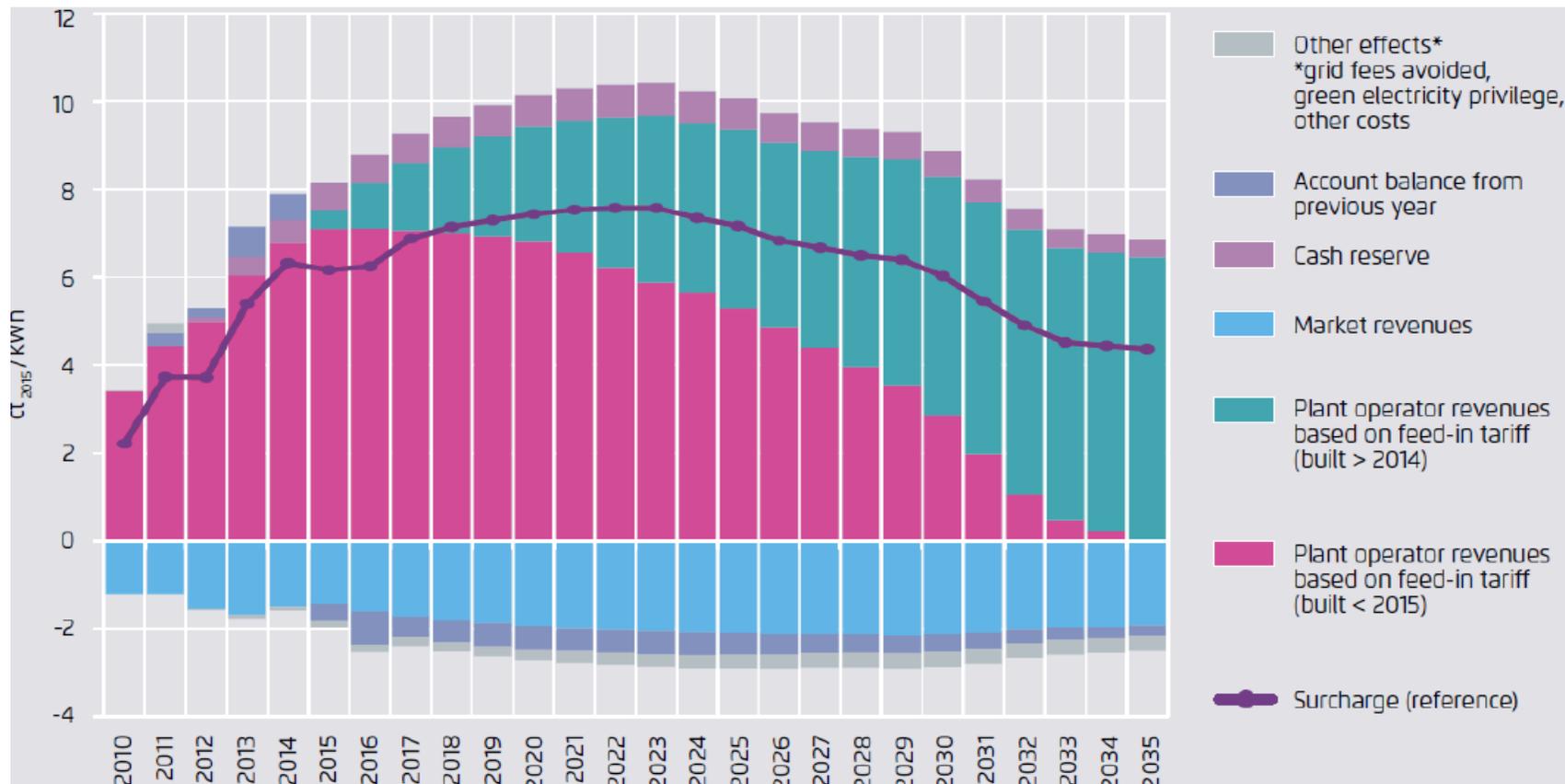
	Price (€/MWh)		Day	Volume (MW)		Delivery Day
	Base	Peak		Month		
 15-minute Call DE	↘ 28.40	↘ 33.78	↘ 68,349	1,731,854		27/10/2017

Zusammensetzung des Strompreises

• 1)	24,9%: Strom-Erzeugung	: 7.5	: 9.38	(JPY)
• 2)	25,6%: Netzentgelte	: 6.6	: 8.25	
• 3)	23,6%: EEG-Umlage	: 6.6	: 8.25	
• 4)	16%: Mehrwertsteuer	: 4.8	: 6	
• 5)	7.2%: Stromsteuer	: 2.16	: 2.7	
• 6)	7.8%: u.a.	: 2.34	: 2.93	
	•	30	37.5	
	• Japan	17.92	22,4	(2016)
	• FIT=	2.11	2,64	JPY/kWh
	•		12%	

Entwicklung der FIT-Summe

再エネ賦課金の推移



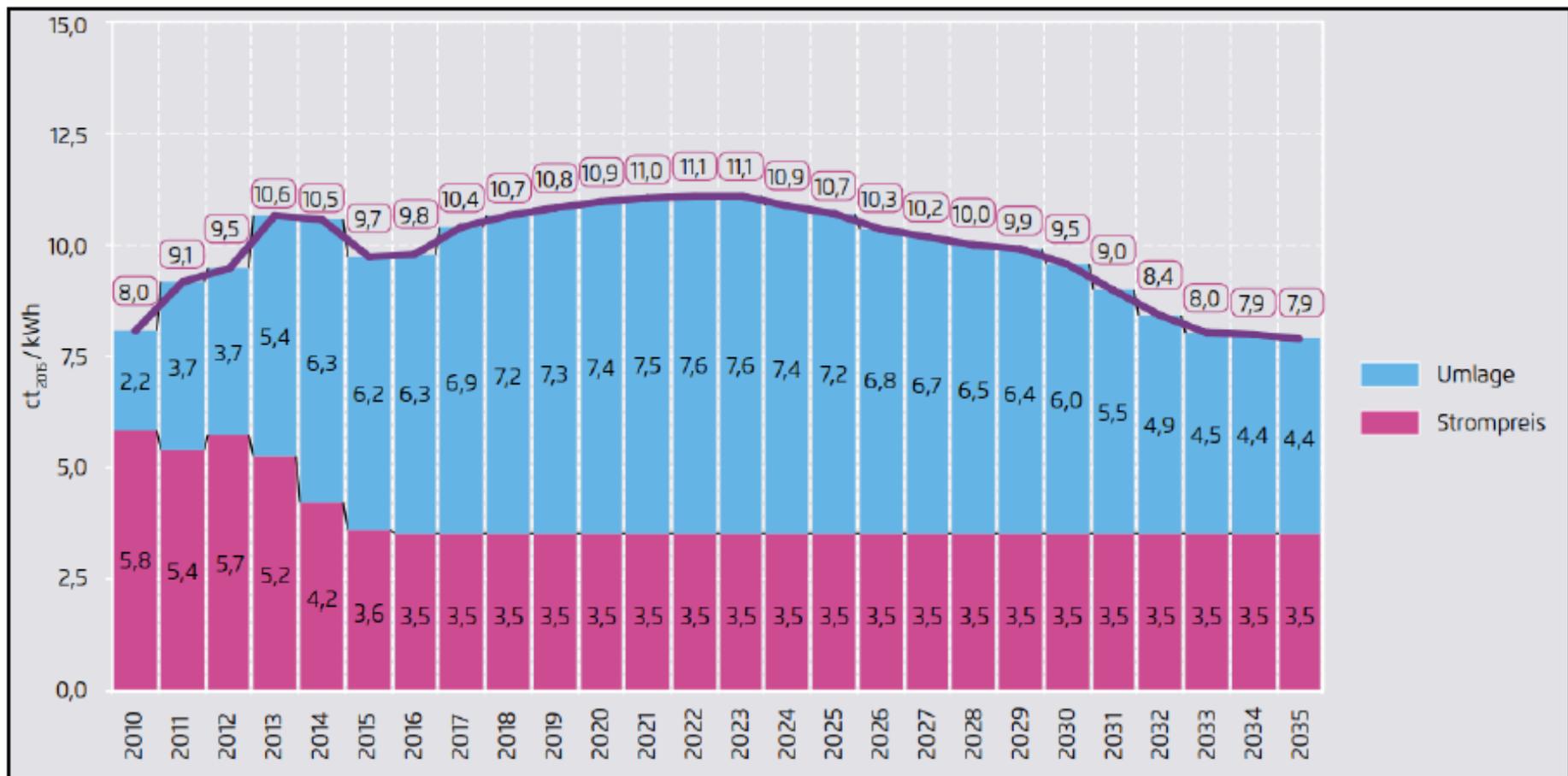


図 35 電気代の推移予測 (2010~2035 年)

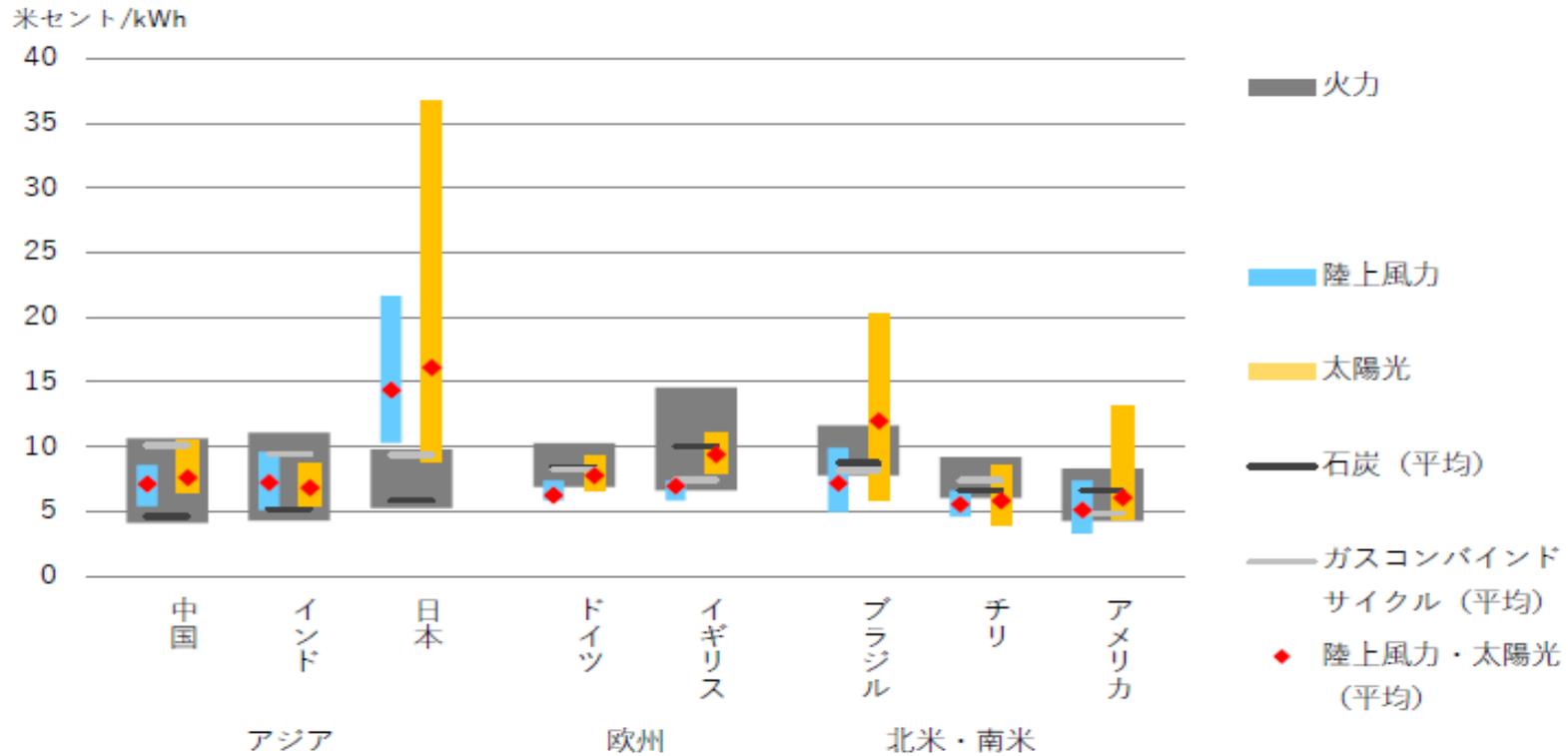
出所 : Agora Energiewende、「Die Entwicklung der EEG-Kosten bis 2035」、2015 年

注 : EEG 賦課金と Phelix Base Year Future の合計

•Die erneuerbare Energie in Japan

Kostenvergleich der Stromerzeugung

図 3：世界の主要国における発電コストの比較（LCOE、2017 年上期）

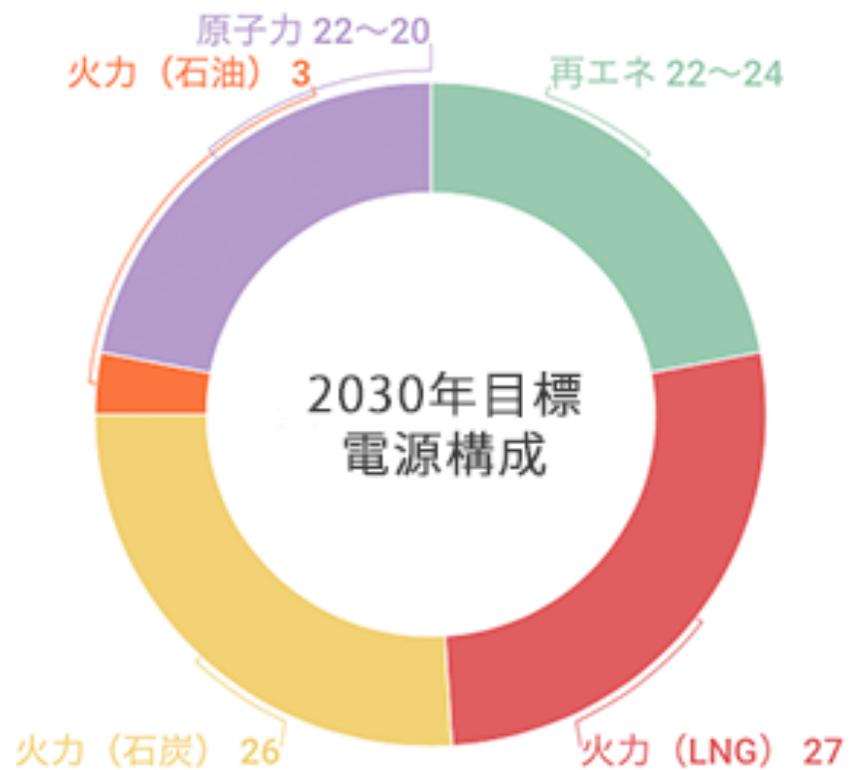


出典：BNEF [Levelized Cost of Electricity] April 2017

Kosten je Stromquelle (Quelle: Kansai E.P.C.)

	2014 (Cent/kWh)	2030 (Cent/kWh)
Atomkraft	8,08	8,24
PV	23,52	10 – 13,12
Wind	17,28	10,88 – 17,2
Wasser	8,8	8,8
Steinkohle	9,84	10,32
LNG-Gas	10,96	10,72
Öl	24,48 – 34,72	23,12 – 33,36

Anteile der Stromquellen 2030 (Ziel)



Strompreise und FIT-Anteile

- Japan (2016)

- Strom 22,4 (JPY/kWh) 17,92 (Cent/kWh)

- FIT 2,64 2,11

- Anteil 12%

- Deutschland (2015)

- Strom 37,5 (JPY/kWh) 30 (Cent/kWh)

- FIT 7,92 6,6

- Anteil 23,6%

Entwicklung der Strompreise (JPYx0,86)

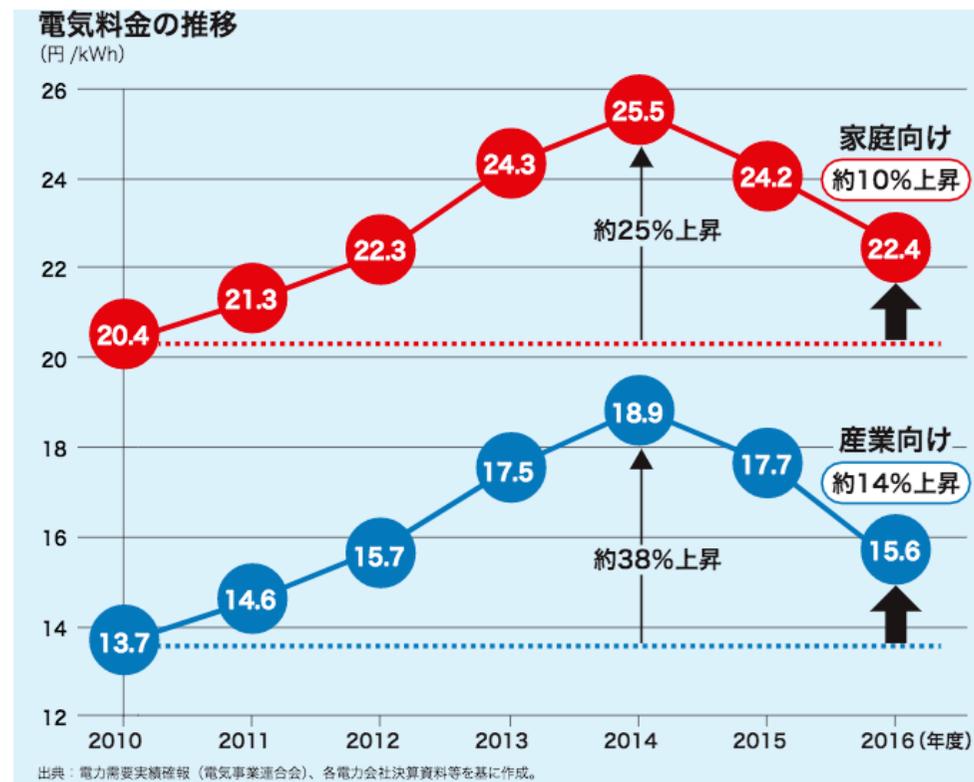
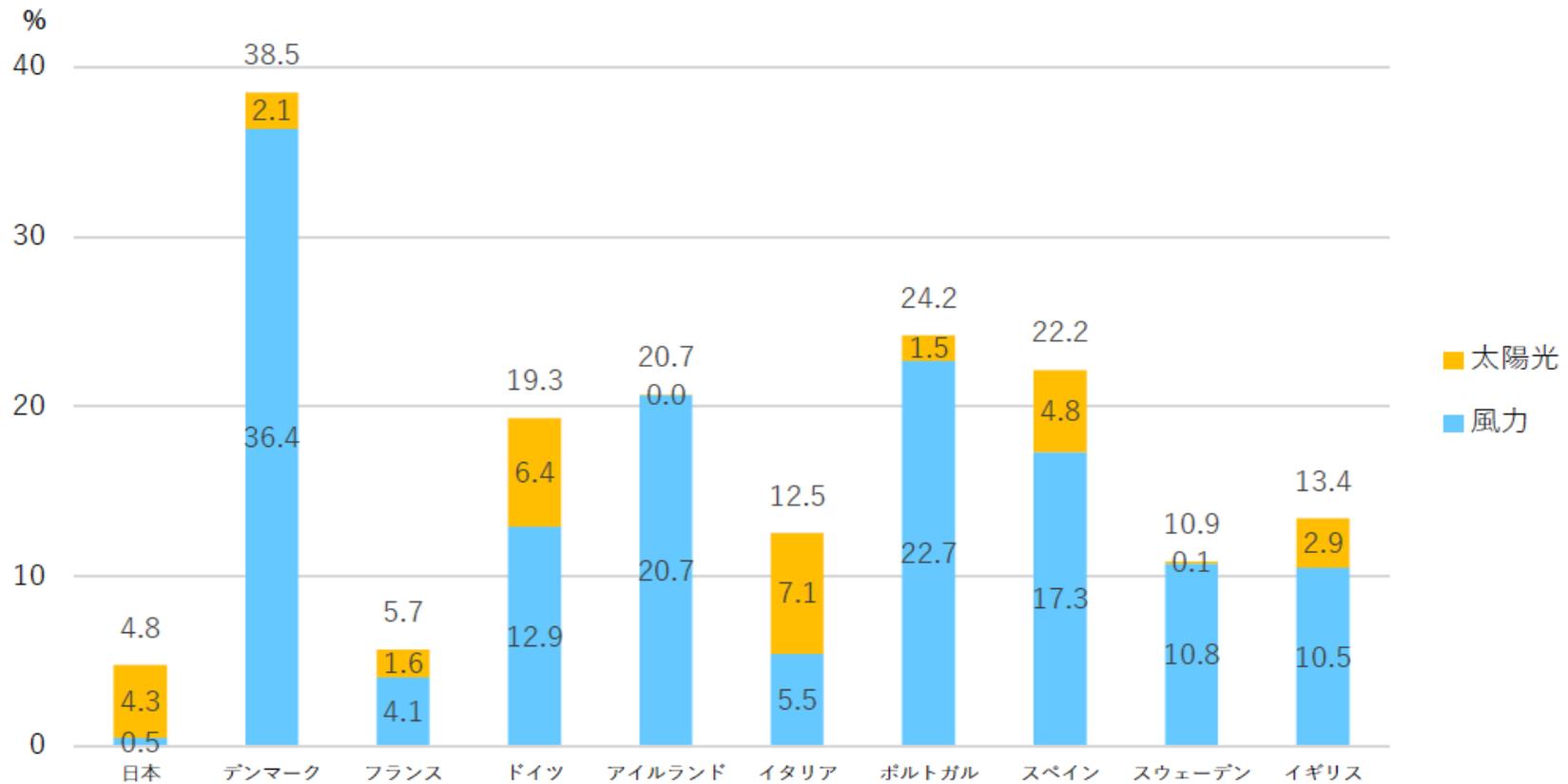


図 4：欧州の主要国と日本の太陽光・風力発電の比率（2016 年）



出典：IEA 『Electricity Information 2017』

Hindernisse für den erneuerbaren Strom

1. Staat hält an der Atomenergie fest
2. Staat behandelt trotz des FITs der EE-Strom wie **Stieftochter**
3. Stromleitungen gehören noch Stromgesellschaften
4. Einspeisung des EE-Stroms oft **nicht genehmigt**, mit der Begründung, die Stromleitung sei ausgelastet
5. Stromleitungen werden für **möglichen Atomstrom frei gehalten**
6. Die Kosten der Verbindungsleitung muss der Erzeuger **selbst tragen**
7. Bauvorschriften für Windräder sind sehr streng (Taifun)
8. Baubedingungen für Windräder sind generell nicht gut







Potenzial zum A-Bombenbau

- Kishi Nobusuke: dieses Potential zu besitzen, ist für Japan wichtig
- Abe Shinzo: Nach der derzeitigen Verfassung darf Japan Atombomben bauen, um sich zu verteidigen
- Nur Japan besitzt das Wiederaufarbeitungsrecht der abgebrannten Brennelemente
- 8 kg Plutonium= eine Nagasaki-Bombe

Waffenfähiges Uran und Plutonium (in t)

	Waffenfähiges Uran	Waffenfähiges Plutonium	Plutonium der Reaktorenklasse
Russland	737	128	48,4
USA	610	91,9	0
England	21,2	7,6	87,7
Frankreich	30,6	6	56,0
China	16	1,8	0,01
Pakistan	2,75	0,14	0
Indien	2,0	0,5	0,24
Israel	0,3	0,82	-
Nordkorea		• 0,03	-
Deutschland		-	7,6
Japan		*(0,084)	44,9
Andere	20	-	10,7
Zusammen	1 440	241	256

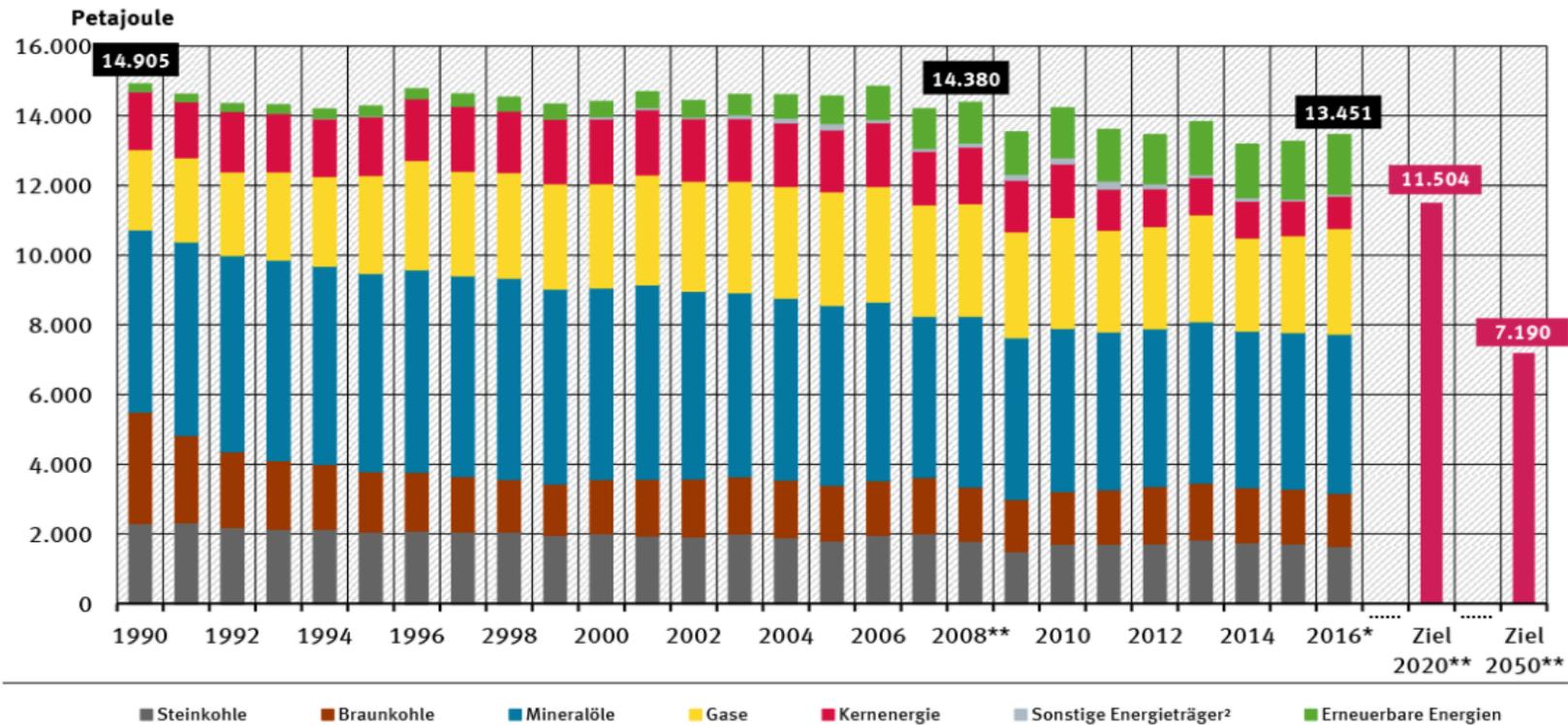
Japan

Die Energiewende fand in Japan
nicht statt!

Kein Ausstieg aus der Atomenergie

Primärenergieverbrauch nach Energieträgern

Entwicklung des Primärenergieverbrauchs¹ nach Energieträgern mit politischen Zielen



¹ Berechnungen auf der Basis des Wirkungsgradansatzes

² Sonstige Energieträger: Grubengas, Nichterneuerbare Abfälle und Abwärme sowie der Stromaustauschsaldo

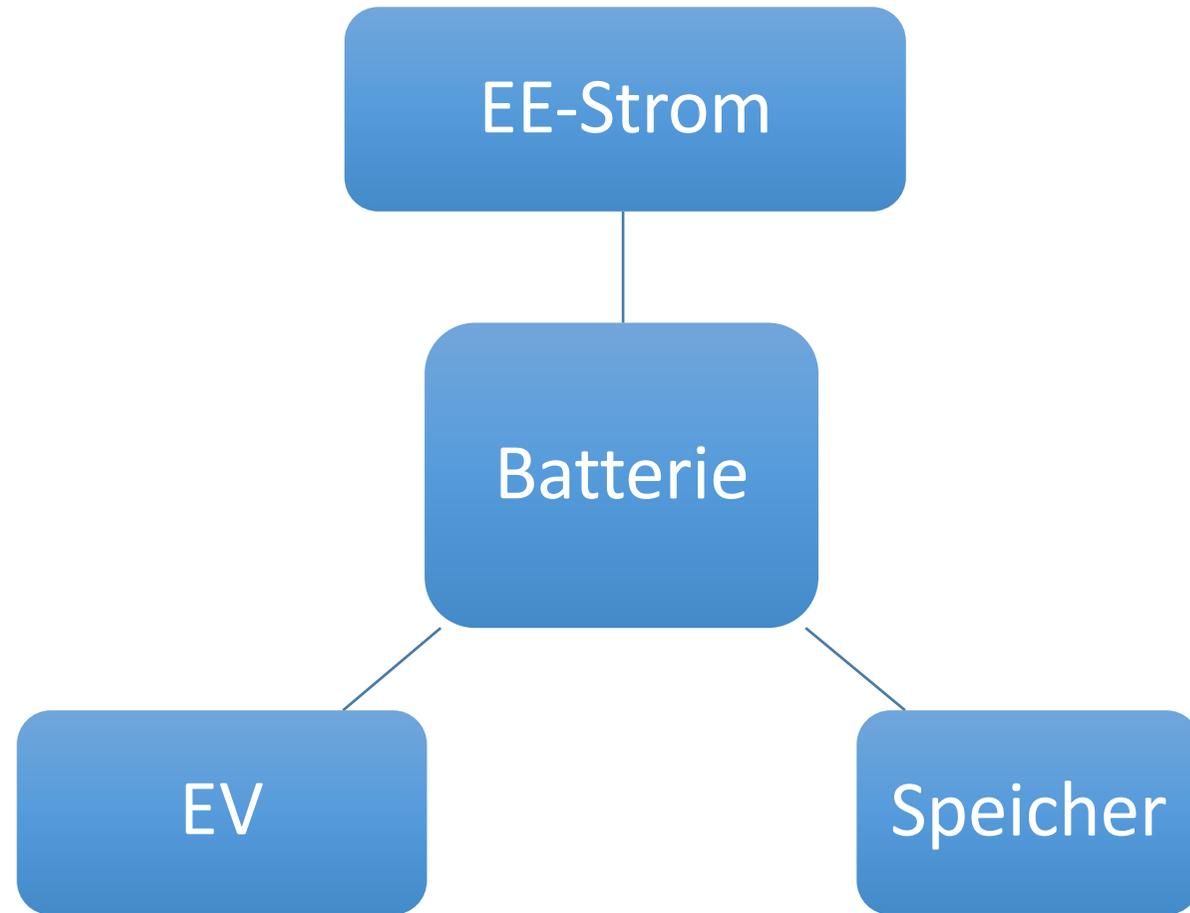
Quelle: Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AGEB), Auswertungstabellen zur Energiebilanz für die Bundesrepublik Deutschland 1990 bis 2016, Stand 09/2017

	Deutschland	Japan
EV	54 492	73 378
HV	29 436	6 473 943
PHV		70 323
FCV		1 807
Ladestationen	9 000	285 000
Zuschuss: EV	4 000 €	1000 € ~ 4000 €
Zuschuss: HV	2 000 €	500 € ~ 1 000 €
Toyota Prius (HV)		10 000 000 (1997-2017)
Nissan Leaf EV)		300 000

China bestimmt die Zukunft des EVs

- Entscheidung der Partei: 10 %-Anteile der EV und HB bis 2020: 300 Mill.
- Förderung : 5 000 €
- Wegen der Luftverschmutzung:
- Fahrverbot der normalen PKW nach Auto-Nummer
- **EV sind ausgenommen**
- Die Autonummer wird nach einer Verlosung vergeben
- **EV bekommen sie sofort**
- China sieht jetzt eine große Chance, etablierte Autonationen zu überholen
- BYD stellt selbst die LiB her

•Bestimmt die Batterie unsere Zukunft?



Lithium-Ionen-Batterie (LiB)

- 1991: Sony
- Hersteller: Panasonic, Samsung, LG, BYD

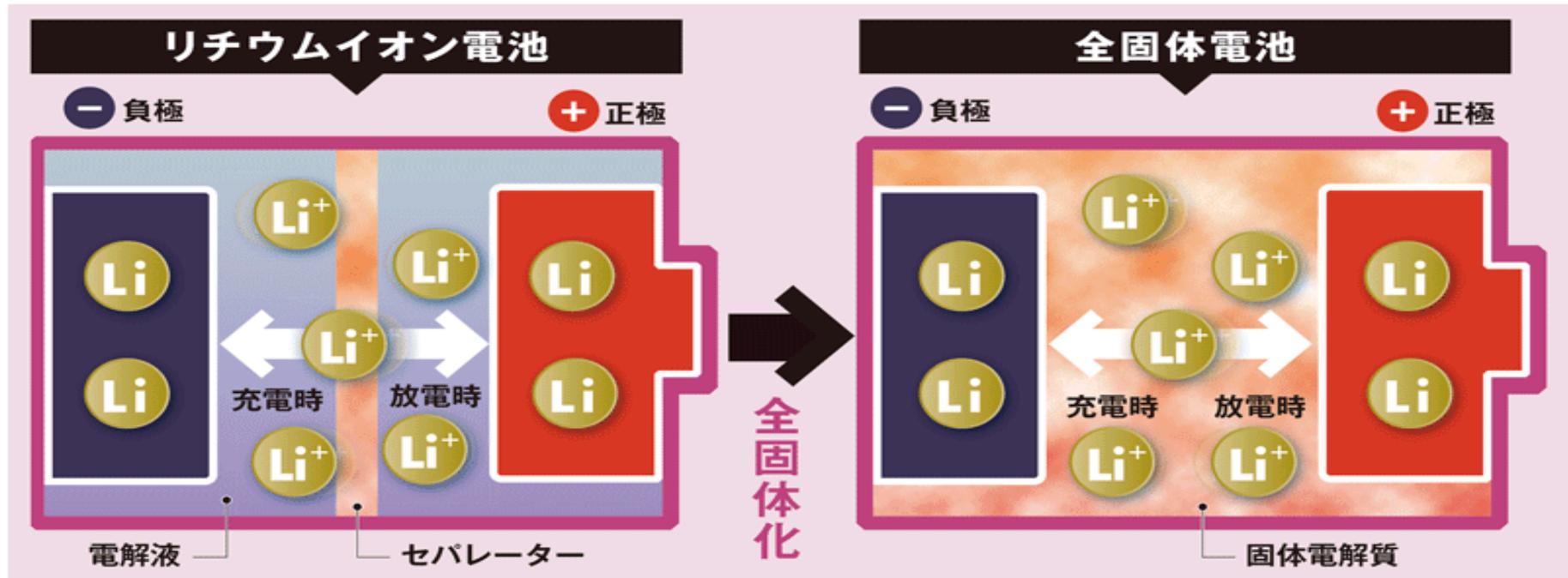
Nissan Leaf



e. GO Life



EVの課題克服？リチウムイオン電池の後釜



リチウムイオン電池の課題を克服

●リチウムイオン電池と全固体電池の構造

リチウムイオン電池 電解質は有機溶媒で可燃性があり、漏出リスクなど安全性に課題を持つ。ただ、生産手法が確立しており、大規模生産で量産効率は高まる

全固体電池 電解質を固体材料に置き換えたことで安全性を高めた。材料の改良が進み、リチウムイオン電池に匹敵するイオン伝導率を持つ試作品も

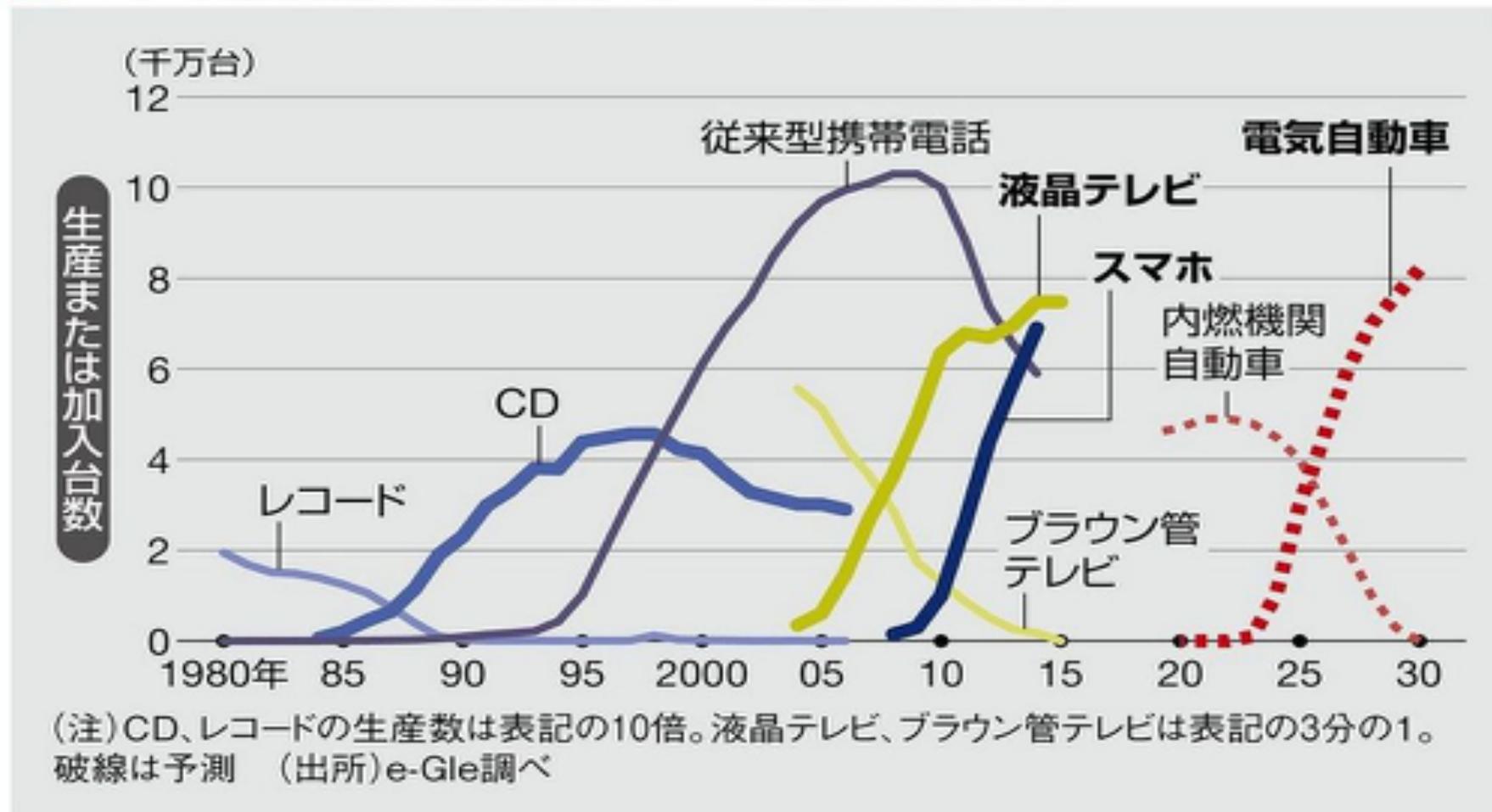
Feststoffbatterie bestimmt die Zukunft?

- Ohne Flüssigkeit
- Sichere Batterie
- Doppelte Energiedichte
- Doppelte Reichweite
- Ladevorgang in Minuten

- Wettrennen: Toyota, Samsung, LG, Dyson, ????

- Findet damit ein disruptiver Wechsel der Industrie statt?

7年で新技術に置き換わる — 技術の転換速度 —



Herausforderungen des 21. Jahrhunderts

- **Ausstieg aus der Fossilenergie**
- **Erneuerbare Energie ersetzt die Fossilenergie**
- **Ausstieg aus der Kernenergie** einschließlich der Endlagerung des Atommülls