

De energiemix van de toekomst: E, H2, waterstof, nucleair, ...

Arjen Jongepier

Stedin, systeem strateeg

25 jaar Phase to Phase, 10 november 2026

Wie aan de toekomst wil bouwen moet ook van het verleden houden:





STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

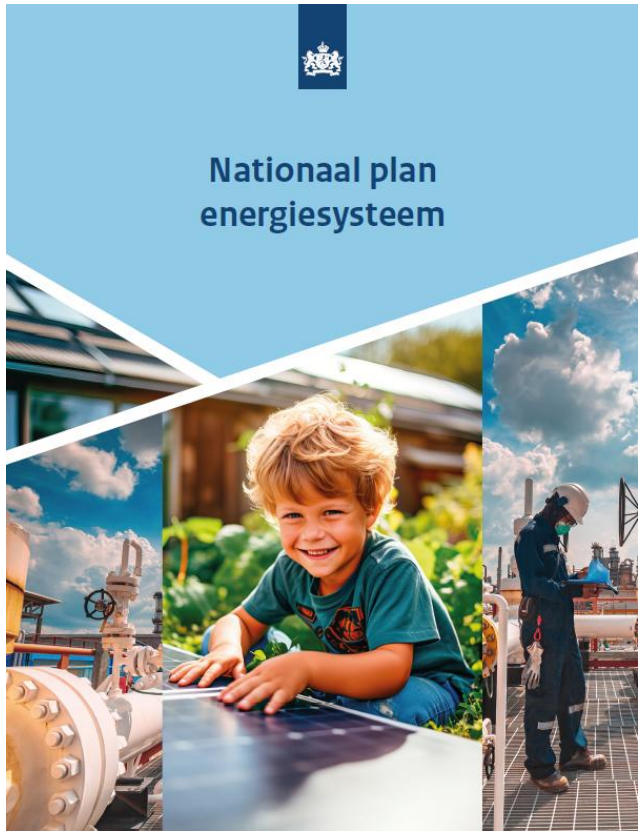
Het energiesysteem van de toekomst is een mix van elektriciteit, duurzame gassen en duurzame warmtebronnen



Betaalbaarheid, betrouwbaarheid, maakbaarheid

KWALITEIT	TIJD	PLAATS
• capaciteit • bruikbaarheid • energiedrager • exergie • productie- en verbruikskosten • conversie	• balans opwek - verbruik • beschikbaarheid • strategische reserve • opslag • flexibiliteit	• planologie • energietransport

De toekomst voorspellen is best makkelijk





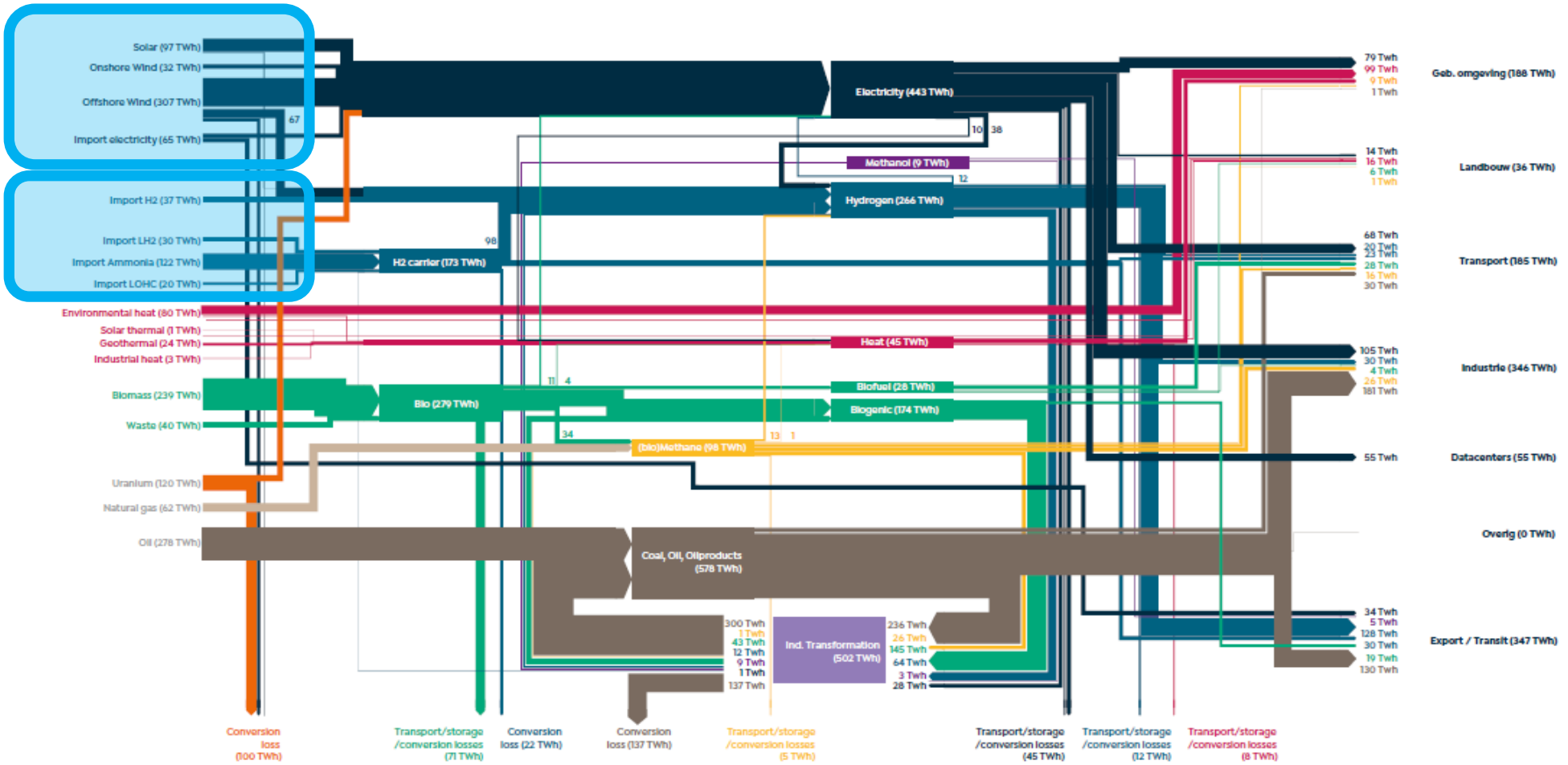


De toekomst waarmaken vraagt om durf

Future energy balance (yearly) shows dominance of volatile electricity production

electricity

hydrogen

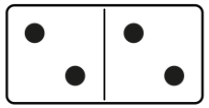


STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

Wat is het aandeel elektriciteit in het eindverbruik van energie in 2050?

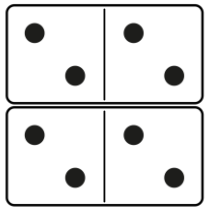
1

25%



2

50%

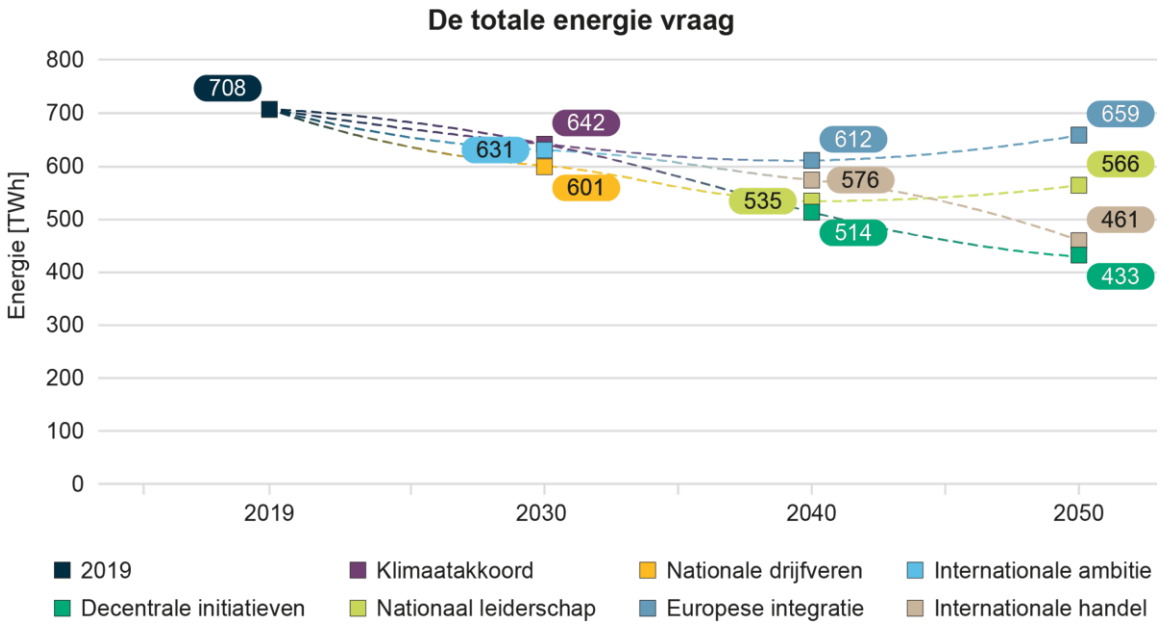


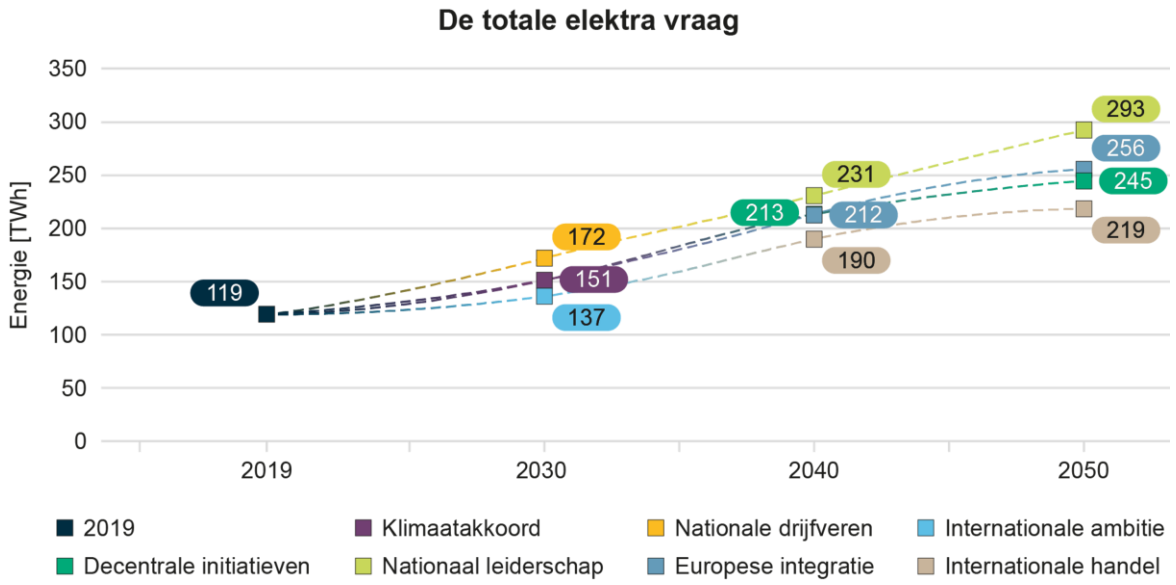
3

75%

STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

Elektriciteit wordt dominant maar niet alles-omvattend



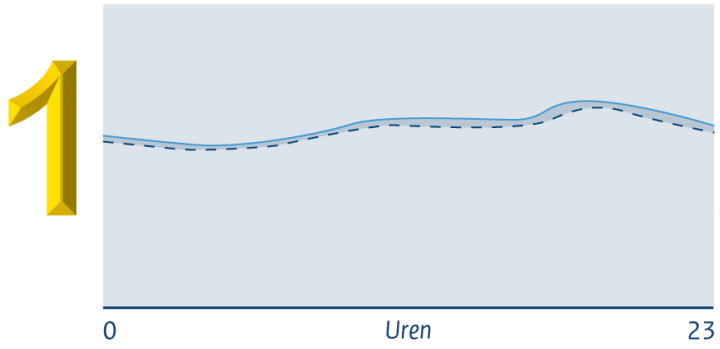


- Eindverbruik van **energie** neemt **af** met 10 - 40%
- Eindverbruik van **elektriciteit** neemt **toe** met 80 – 150%
- Eindverbruik van **elektriciteit** dekt “**slechts**” 39 – 57% van eindverbruik van **energie**

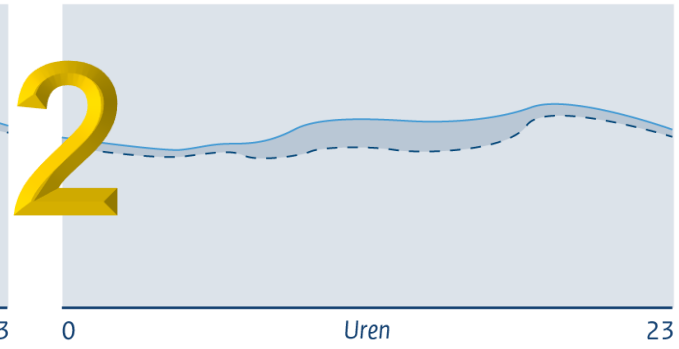
Vraag en aanbod passen steeds minder bij elkaar

In welk stadium van ontwikkeling zitten we nu (2026)?

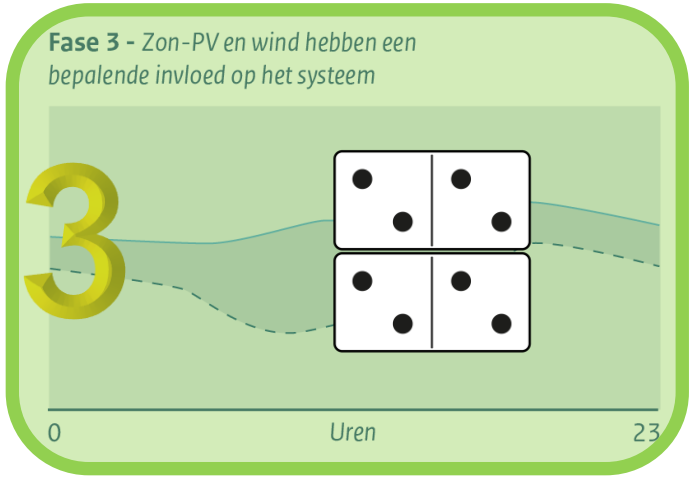
Fase 1 - *Zon-PV en wind hebben geen invloed op het systeem*



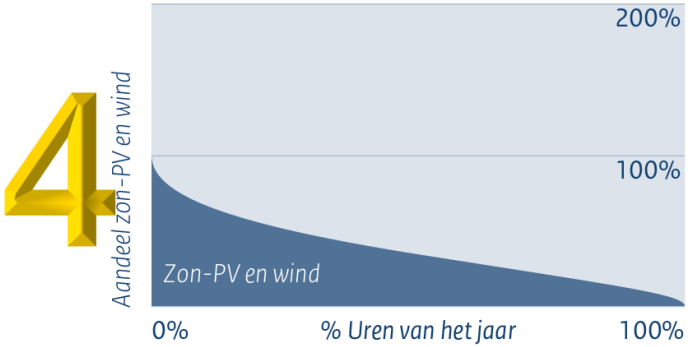
Fase 2 - *Zon-PV en wind hebben een bescheiden invloed op het systeem*



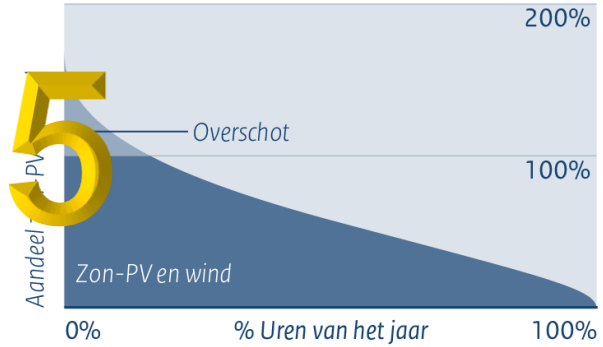
Fase 3 - *Zon-PV en wind hebben een bepalende invloed op het systeem*



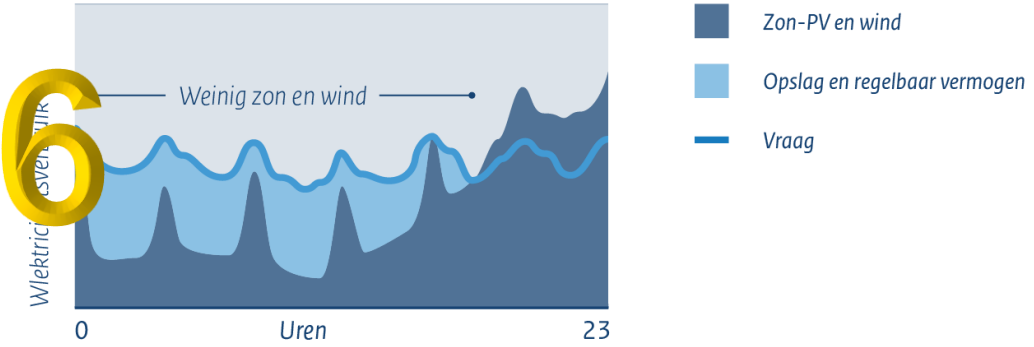
Fase 4 - *Zon-PV en wind dekken alle vraag op bepaalde momenten*



Fase 5 - *Aanzienlijke overschotten aan zon-PV en wind gedurende het jaar*

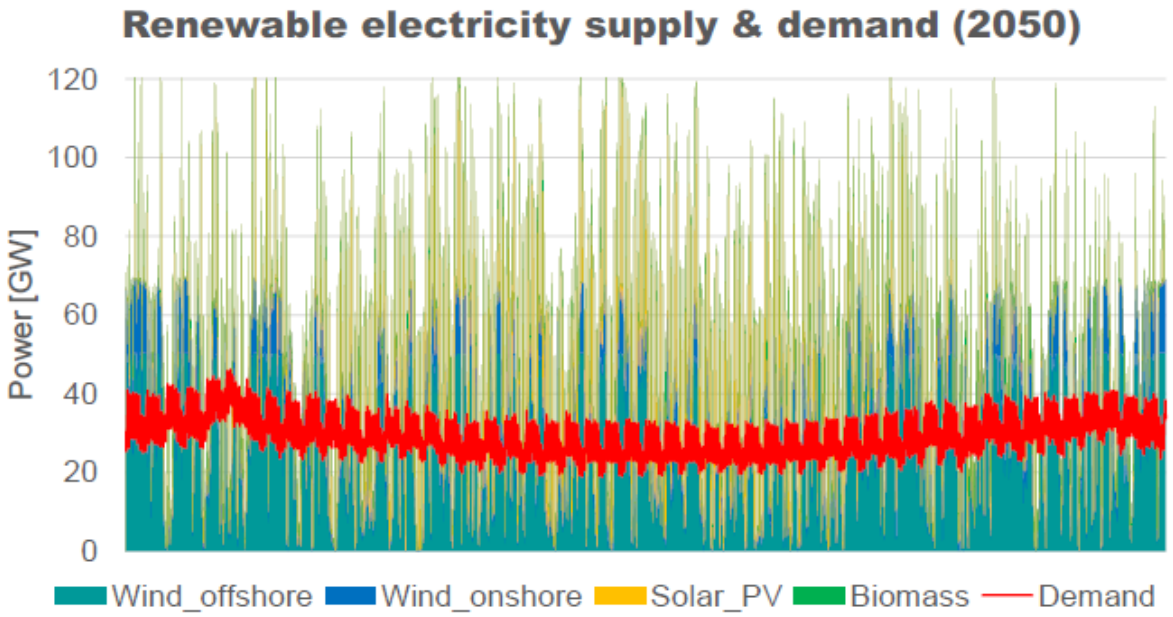


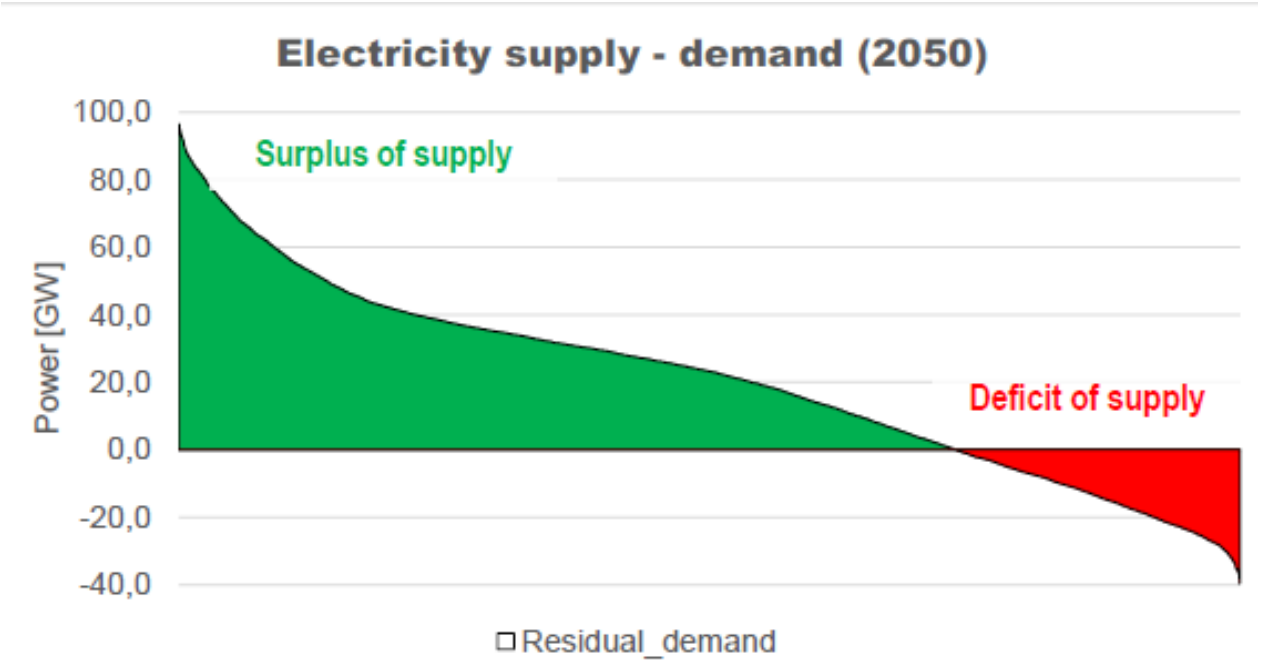
Fase 6 - *Betrouwbare elektriciteitsvoorziening vrijwel volledig op basis van zon-PV en wind*



STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

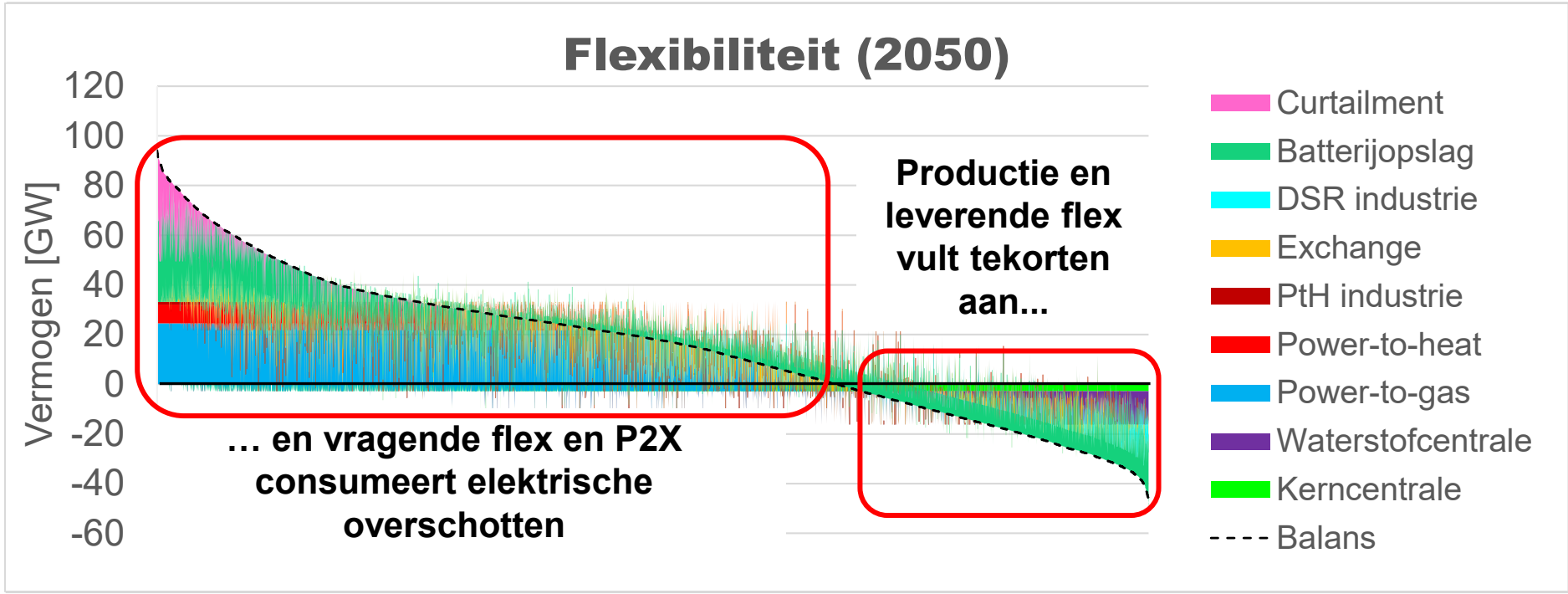
Elektriciteit als primaire bron vereist flexibiliteit





- Door de verregaande inzet van duurzame opwek zal de mismatch tussen vraag en aanbod groot en volatiel worden.
- **Direct gebruik (tijd EN plaats) is ALTIJD het beste.**
- Overschotten (100 GW, 225 TWh) en tekorten (40 GW, 90 TWh)
- Zowel in tijd EN plaats!!!!
  Impact op opslag EN transport!!!!

Aanbod en vraag passen (dus) zelden op elkaar
Flexibiliteit vereist een portfolio van technieken



- Mix van technieken is nodig, zowel voor kortere en langere tijdsschalen
- Wind, zon en nucleair zitten elkaar in de weg
  - Veel aanbod zonder vraag
  - Baseload grotendeels gedekt

Hoeveel GW aan batterijopslag denken we nodig te hebben in 2050?

1

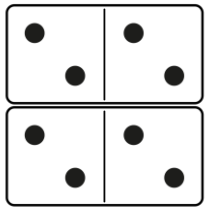
10 GW

2

30 GW

3

50 GW



STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

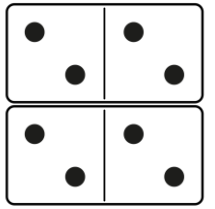
II3050:



			2019	2030			2050			
			Ref	KA	ND	IA	DE			
Vraag	Elektriciteitsvraag (finaal en flex)[11]	TWh	119	184	233	170	364	433	339	269
	w.v. Gebouwde omgeving	TWh	56,0	52,1	52,3	52,5	69,9	63,4	69,9	73,2
	w.v. Transport	TWh	2,4	18,5	25,6	12,8	50,1	55,8	46,7	35,0
	w.v. Industrie	TWh	41,3	54,1	63,5	47,5	92,9	139,5	99,8	71,5
	w.v. Landbouw, ICT, energie	TWh	19,0	25,8	30,6	24,4	32,4	33,8	39,4	39,1
	w.v. Flex: p2x en opslag	TWh	0,0	33,2	61,4	32,7	118,3	140,1	83,5	50,6
	Methaanvraag (finaal en flex)	TWh	374	238,8	209,1	235,7	18,6	15,5	120,6	12,0
	w.v. Gebouwde omgeving	TWh	109	73,5	67,7	82,0	9,5	8,5	22,0	0,1
	w.v. Transport	TWh	1	0,0	0,0	0,3	3,5	0,0	5,9	0,0
	w.v. Industrie	TWh	104	88,5	73,8	82,0	4,4	3,8	87,4	10,6
	w.v. Landbouw	TWh	10,5	4,5	2,2	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0
	w.v. Flex: centrales en piekketels	TWh	150,5	72,2	65,3	66,7	1,1	3,2	5,3	1,3
	Waterstofvraag (finaal en flex)	TWh	0,0	47,8	47,7	60,8	102,2	159,4	114,1	173,6
	w.v. Gebouwde omgeving	TWh	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	4,1	33,4
	w.v. Transport	TWh	0,0	3,7	2,1	7,9	13,0	9,0	5,7	34,6
	w.v. Industrie	TWh	0,0	44,1	43,3	48,0	47,3	113,1	81,0	63,0
	w.v. Landbouw	TWh	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	3,5
	w.v. Flex: centrales en piekketels	TWh	0,0	0,0	2,3	3,6	41,9	37,4	23,3	39,2
Productie	Windenergie	GW	4	31	32	31	60	92	48	56
	w.v. op land	GW	3,5	9,1	10,3	7,5	15,0	20,0	10,0	10,0
	w.v. op zee (elektrisch)	GW	1,0	21,5	21,5	21,5	37,0	52,0	38,0	38,0
	w.v. op zee (waterstof)	GW	0,0	0,6	0,0	2,0	8,0	20,0	0,0	8,0
	Zon PV*	GW	6,2	59,3	76,1	42,1	183,1	172,6	126,3	100,0
	w.v. op land en water	GW	0,7	19,6	24,6	14,3	58,0	58,0	35,0	35,0
	w.v. gebouwen en woningen	GW	5,5	39,7	51,5	27,8	125,1	114,6	91,3	65,0
	Overig hernieuwbaar	GW	1,0	1,2	0,9	0,8	0,2	0,1	0,2	0,3
	Groen gas	TWh	1,7	19,7	9,7	24,4	19,5	13,9	78,5	12,5
	Aardgaswinning	TWh	278	40,6	40,6	40,6	0,0	0,0	0,0	0,0
	Waterstof groen	TWh	0,0	12,5	25,8	18,8	89,8	136,5	43,6	51,2
	Waterstof blauw	TWh	0,0	50,5	49,3	50,1	20,1	33,1	71,0	29,2
	Waterstof import	TWh	0,0	22,3	1,8	49,9	50,4	56,2	113,2	52,8
	Waterstof export	TWh	0,0	37,1	28,7	57,4	57,1	64,7	11	7,8
Flexibiliteit Elektriciteit	Methaan opslag	TWh	nb	36,4	33,4	37,4	5,5	4,9		
	Waterstof opslag	TWh	0,0	0,9	3,1	2,0	21,2	1		
Centrales	Nucleair	GW	0,5	0,5	0,5	0,5	0,0			0,0
	Kolen (incl. meestook)	GW	4,0	0,0	1,6	0,0			0	0,0
	Gas (aard-/groen)	GW	20,1	16,3	14,7				0,0	0,0
	Waterstof	GW	0,0	0,0	1,4			0,0	11,0	15,0
Flexibiliteit Elektriciteit	Power-to-gas	GW	0,0	3,0	7,6			25,0	16,0	10,0
	Power-to-heat	GW	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2
	Batterijen incl. EV	GW	0,0	12,3	19,3	8,3	0,0	59,7	38,6	40,6
	Vraagsturing (industrie)	GW	0,0	1,7	2,0	1,0	1,1	1,2	0,0	0,1
	Interconnectie (E)	GW	5,9	12,8	12,8	12,8	18,8	18,8	28,8	28,8
Totalen	Totaal hernieuwbaar vermogen	GW	15,2	101,4	119	83,4	266,3	304,7	184,6	174,2
	Totaal conventioneel vermogen	GW	24,6	16,8	18,2	16,9	20,0	18,0	19,0	15,0
	Totaal flex vermogen	GW	5,9	33,0	46,7	28,6	132,7	124,8	93,4	85,7
Emissies	Indicatie restemissies	Mt CO_2eq	183	96	91	96	9,0	9,9	8,9	8,8
	Indicatie reductie t.o.v. 1990	%	20%	58%	60%	58%	96%	96%	96%	96%

Welke schaarste zal het meest dwingen tot alternatieven?





STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

Schaarsten zijn groeiend, blijvend, en dwingend

- Geld kun je drukken (en dat doen we al veelvuldig)
- Mensen kun je gericht opleiden en bijscholen (en dat zouden we veel meer moeten doen)
- Grondstoffen kun je substitueren en recyclen (en dat zouden we NOG veel meer moeten doen)
- **Maar ruimte kun je maar 1x weggeven**



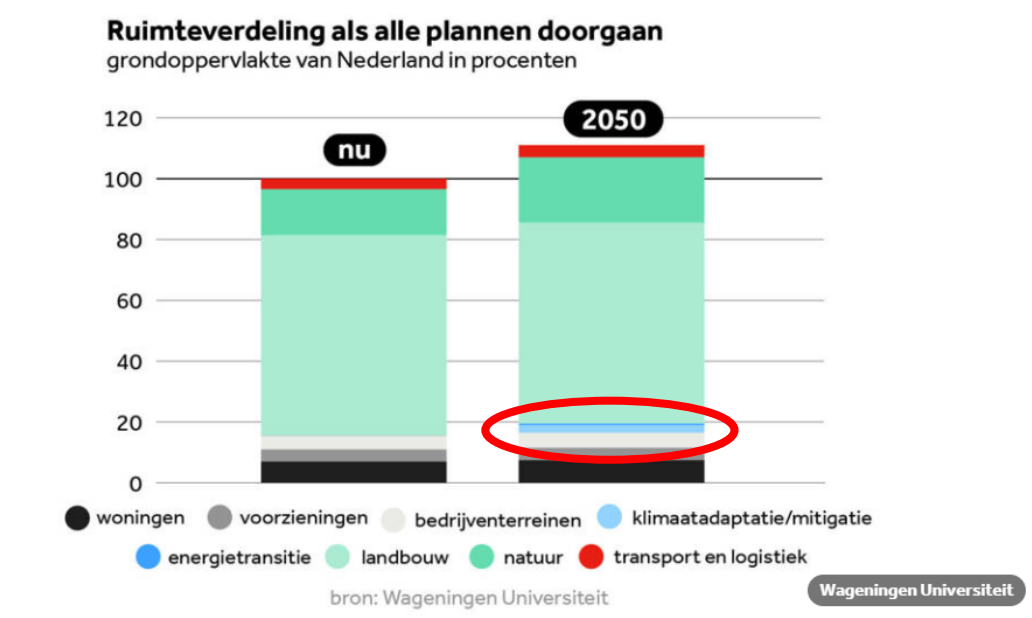




geld	ruimte
mensen	grondstoffen

STEDIN GROEP

Energieinfrastructuur vraagt om significant ruimtebeslag





….. en P2X (en vice versa) scoort beter dan all-electric !!!

STEDIN GROEP



e-infrastructuur

x 1.000



6 MWh elektriciteit = 300 kg H2

x 10



x 100





Slotwoorden

Hoedt u voor no-regretters:

To decide not to decide is a decision.

To fail to decide is a failure.

Hoedt u voor waarzeggers:

De toekomst voorspellen is makkelijk.
De toekomst waarmaken vraagt lef, initiatief en uithoudingsvermogen.

Hoedt u voor experts:

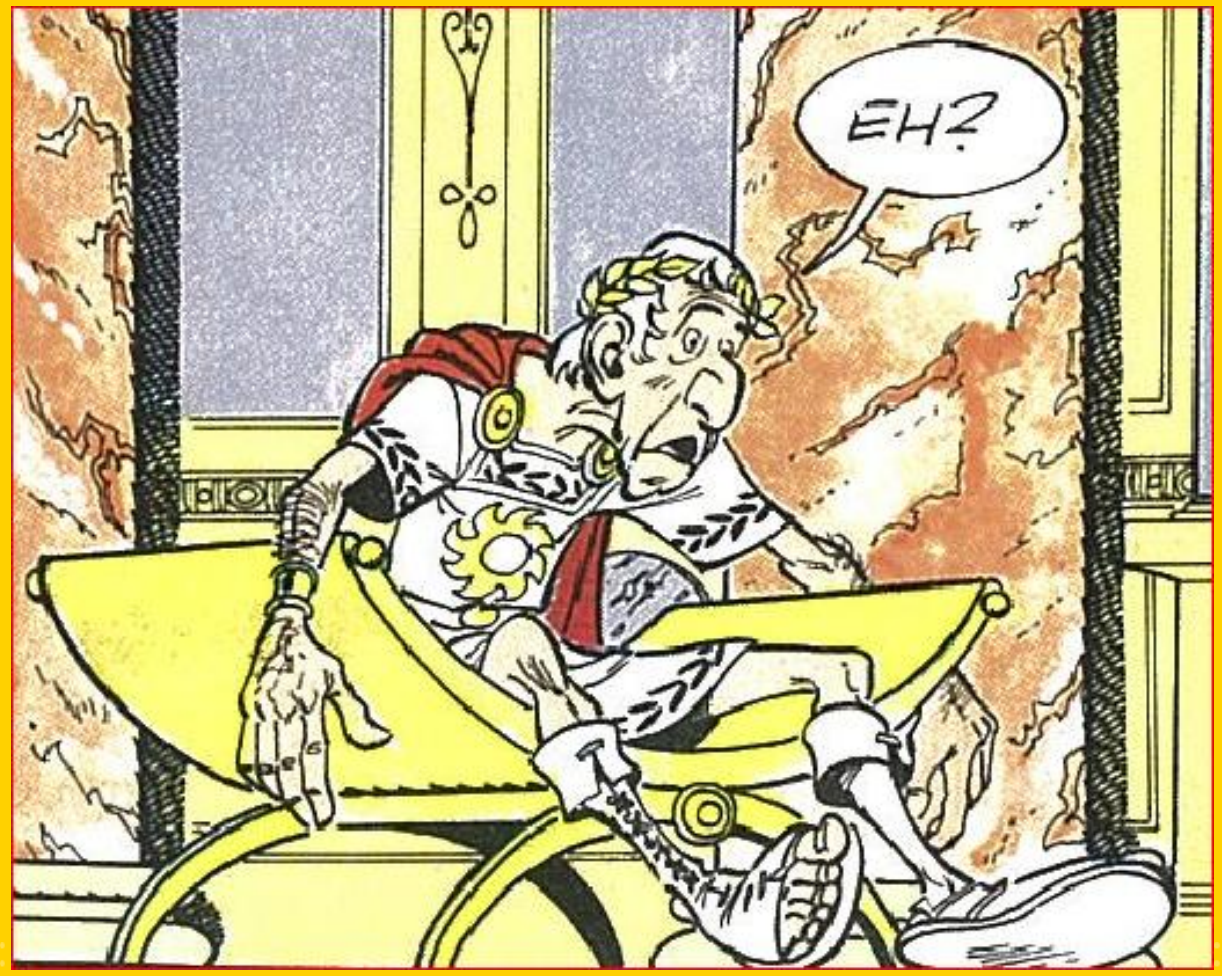
You’re too educated to know what’s good.

Het is nog nooit gedaan, dus er is geen enkele reden om aan te nemen dat het niet kan.

Hoedt u voor gemakzucht:

The biggest risk is not that we aim high and miss, but that we aim low and hit it.

Heeft u al vragen?



STEDIN GROEP