Stedin in transitie

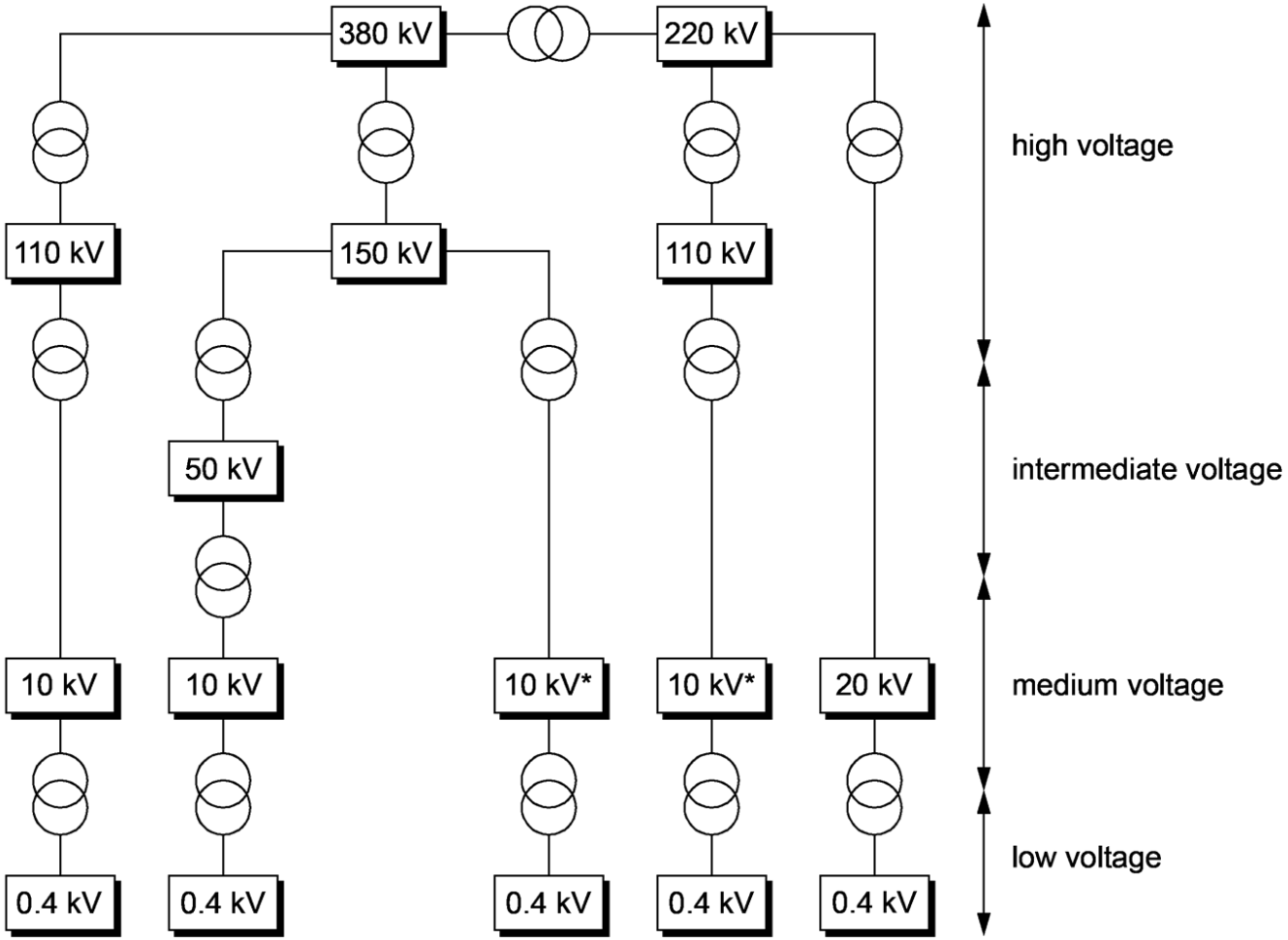
Dr. Ir. E.J. Coster

STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

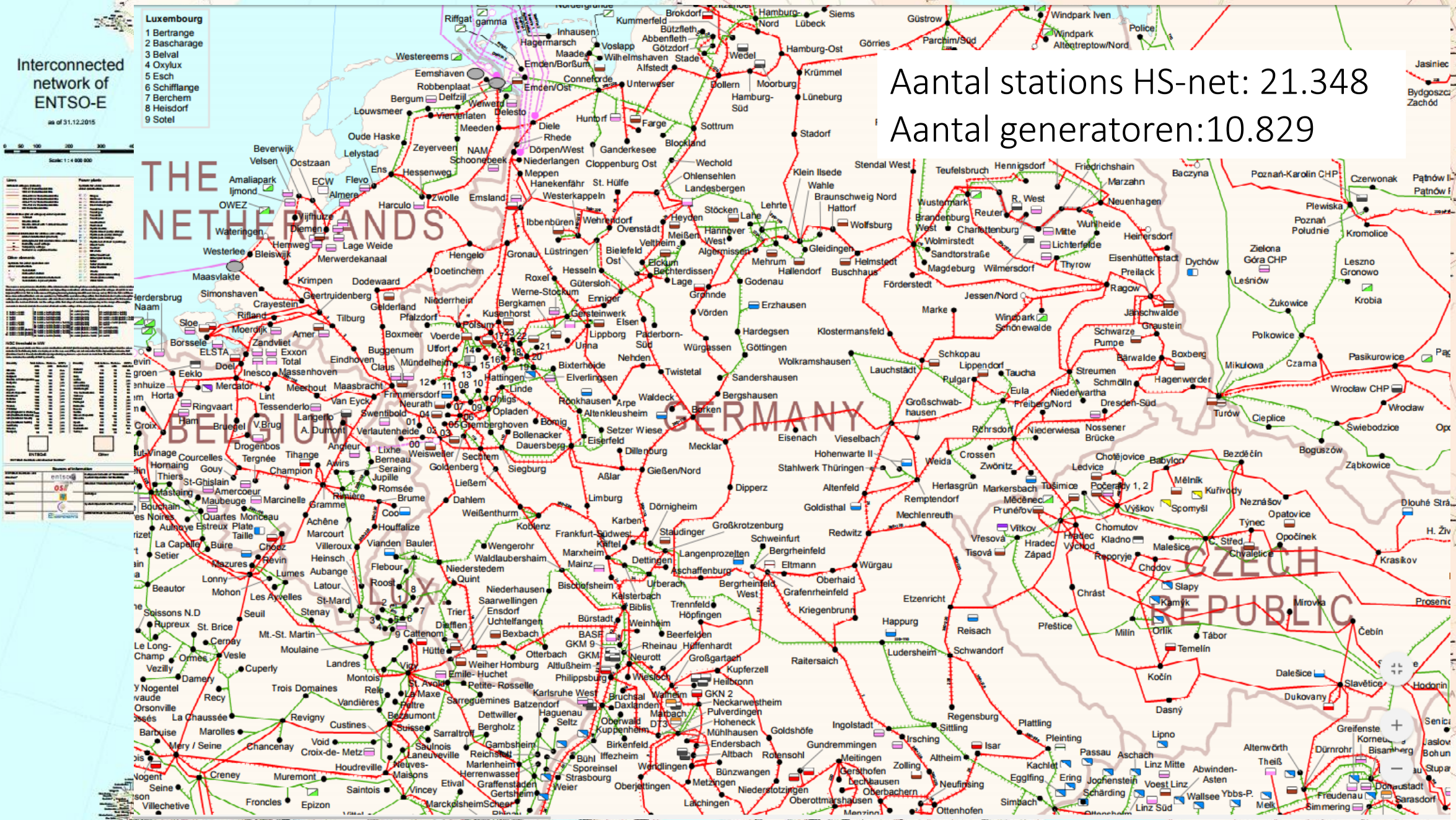
HOOFDSTUK 01
Elektriciteitsvoorziening

DE IMPACT VAN ZON- EN WINDINTEGRATIE

Overzicht van de elektriciteitsvoorziening

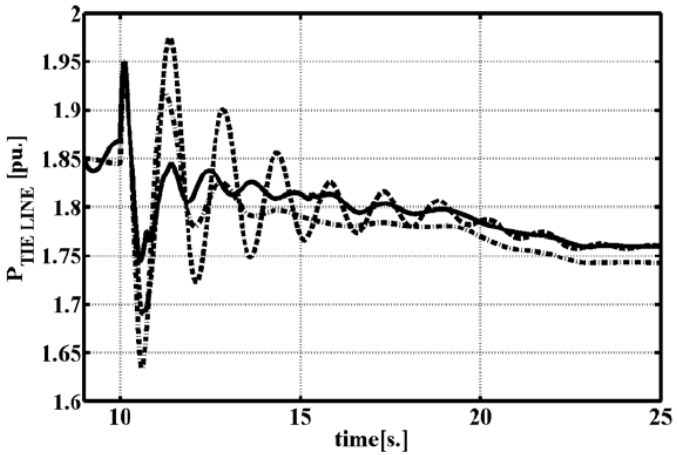


STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE


Interconnected network of ENTSO-E
as of 31.12.2015
Luxembourg
1 Bertrange
2 Bascharage
3 Belval
4 Oxylux
5 Esch
6 Schifflange
7 Berchem
8 Heisdorf
9 Sotel
THE NETHERLANDS
BELGIUM
GERMANY
LUX
CZECH REPUBLIC
Aantal stations HS-net: 21.348
Aantal generatoren:10.829

Rol (len) van de elektriciteitscentrale

- Energielevering
- Bron van kortsluitstromen
- Roterende massa (vliegwiel functie) ten behoeve van stabiliteit van het systeem



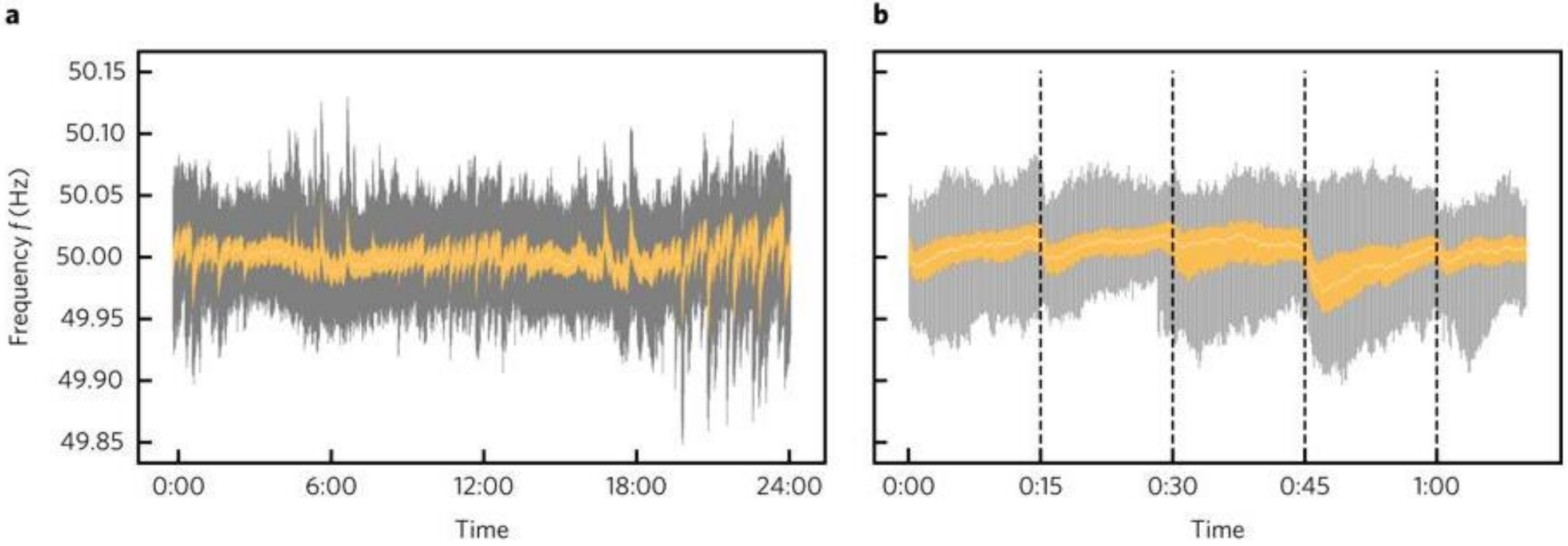
STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

Balanshandhaving

- Opwek en belasting zijn in momentaan in balans
- Opwek volgt belasting
- Generatoren in Europa draaien synchroon
- Frequentie is 50 Hz

STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

Is 50 Hz echt 50 Hz?



STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

Introductie van vermogenselektronica

- Ontwikkelingen in halfgeleiders
- Geschikt voor hogere spanningen en hogere stromen
- In- en uitschakelen van halfgeleiders op ieder moment mogelijk
- Converters voor omvorming van wisselspanning naar gelijkspanning
- Maar vooral ook van gelijkspanning naar wisselspanning met gewenste amplitude en fasehoek

STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

Wind integratie in het elektriciteitsvoorzieningsysteem

Drie typen:

Fixed speed:

1. Op basis van een inductiegenerator

Variable speed:

2. Dubbelgevoede inductiegenerator
3. Direct drive generator

Wind integratie heeft invloed op:

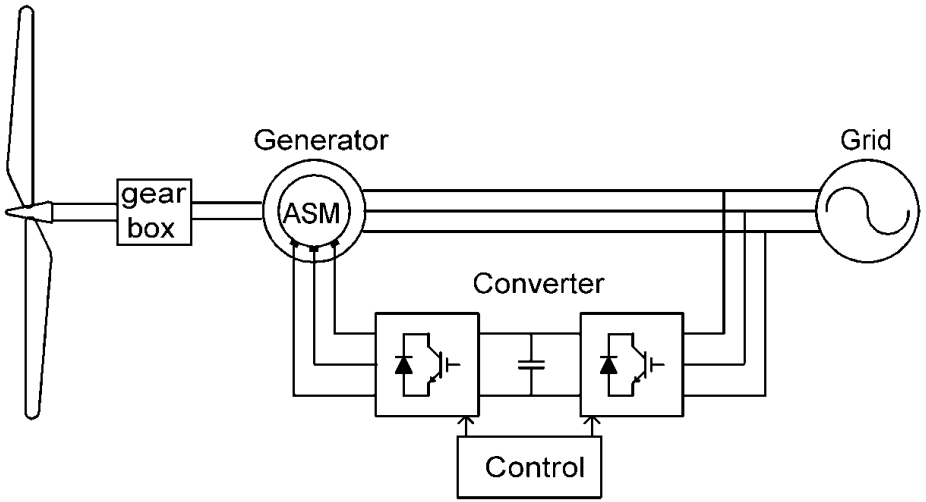
- Balanshandhaving
- Kortsluitstromen
- Roterende massa

STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

Principe Variabel toerental windturbines

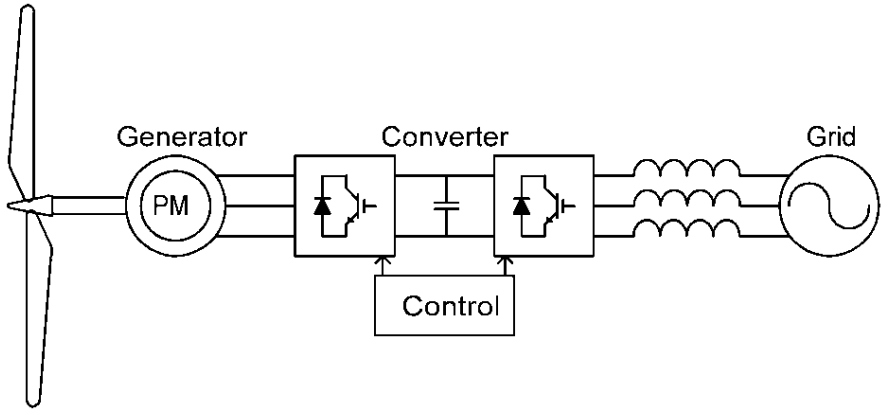
Dubbelgevoede inductiemachine

- Maakt gebruik van asynchrone machine
- Vermogenselektronica in rotorcircuit
- Vermogens van de converter slechts 1/3 van het turbinevermogen



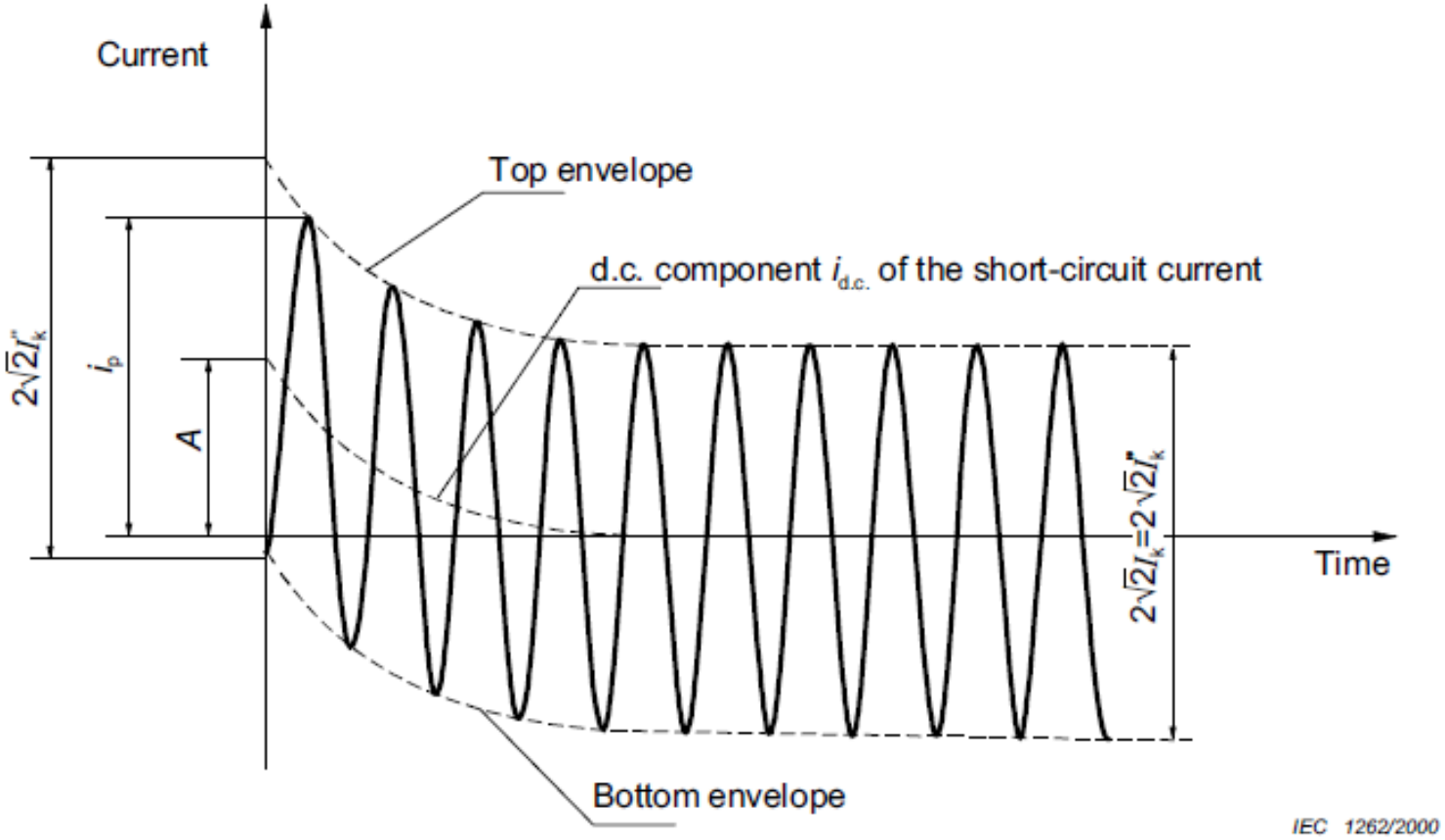
Direct drive windturbine

- Maakt gebruik van synchrone machine (vaak met permanent magneten)
- Vermogenselektronica tussen generator en het net
- Vermogens van de converter gelijk aan het turbinevermogen



STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

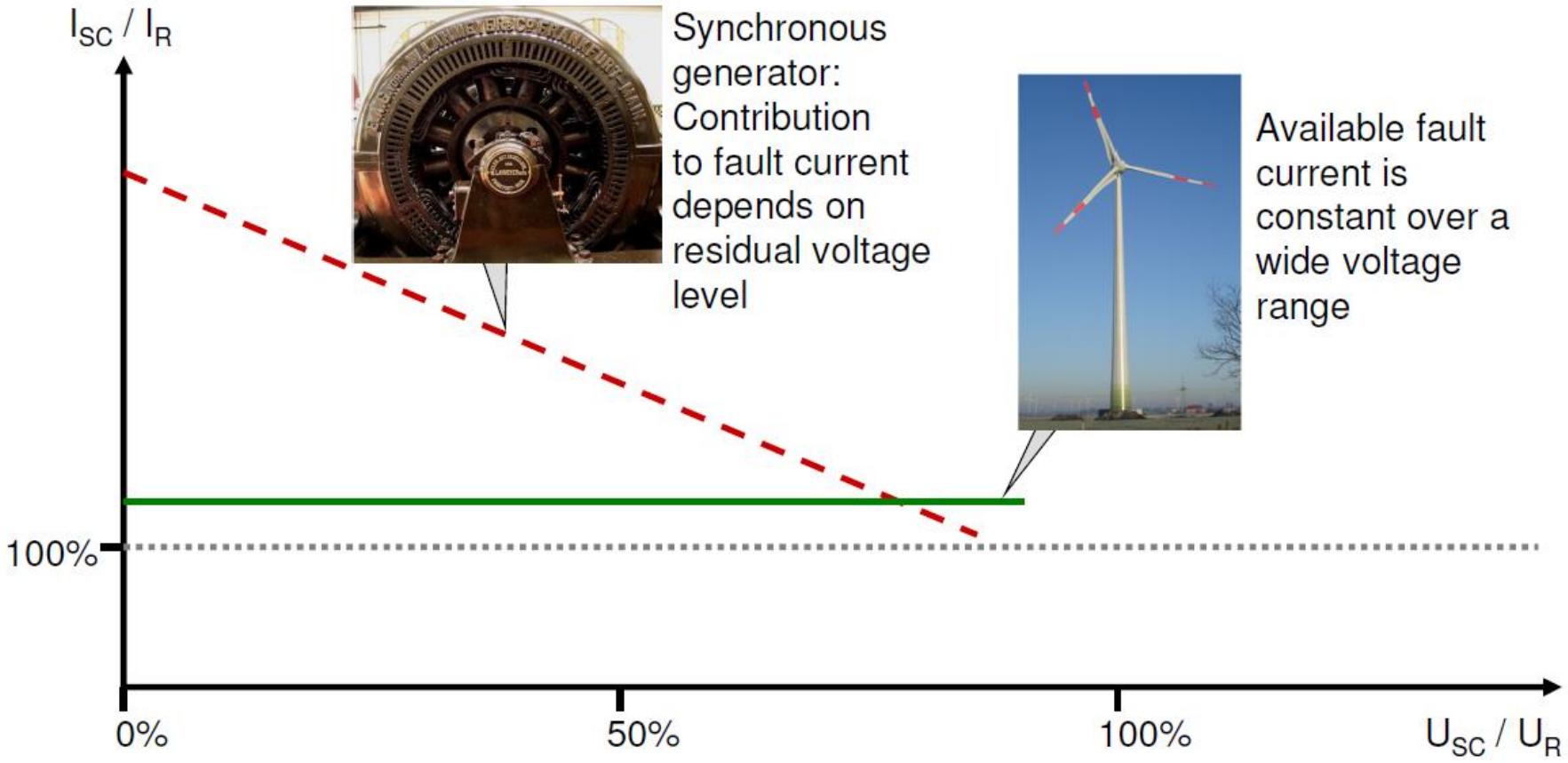
Kortsluitgedrag van de synchrone machine



STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

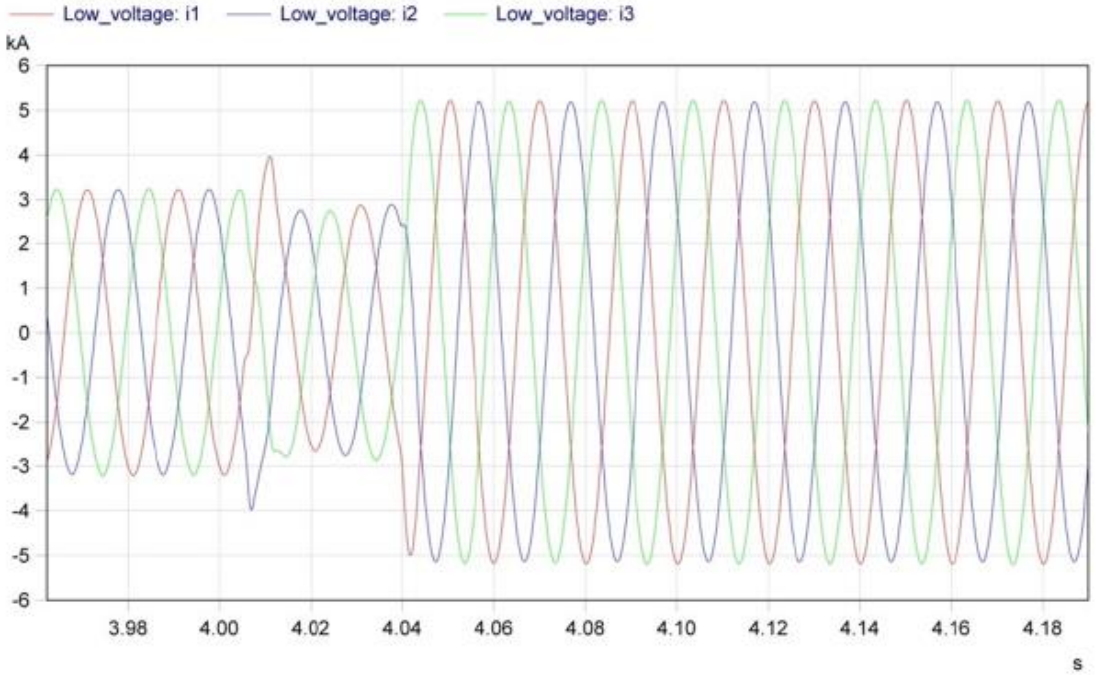
Kortsluitgedrag van moderne windturbines

Fundamental difference between a conventional generator and an ENERCON WEC:



STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

Bijdrage windturbine



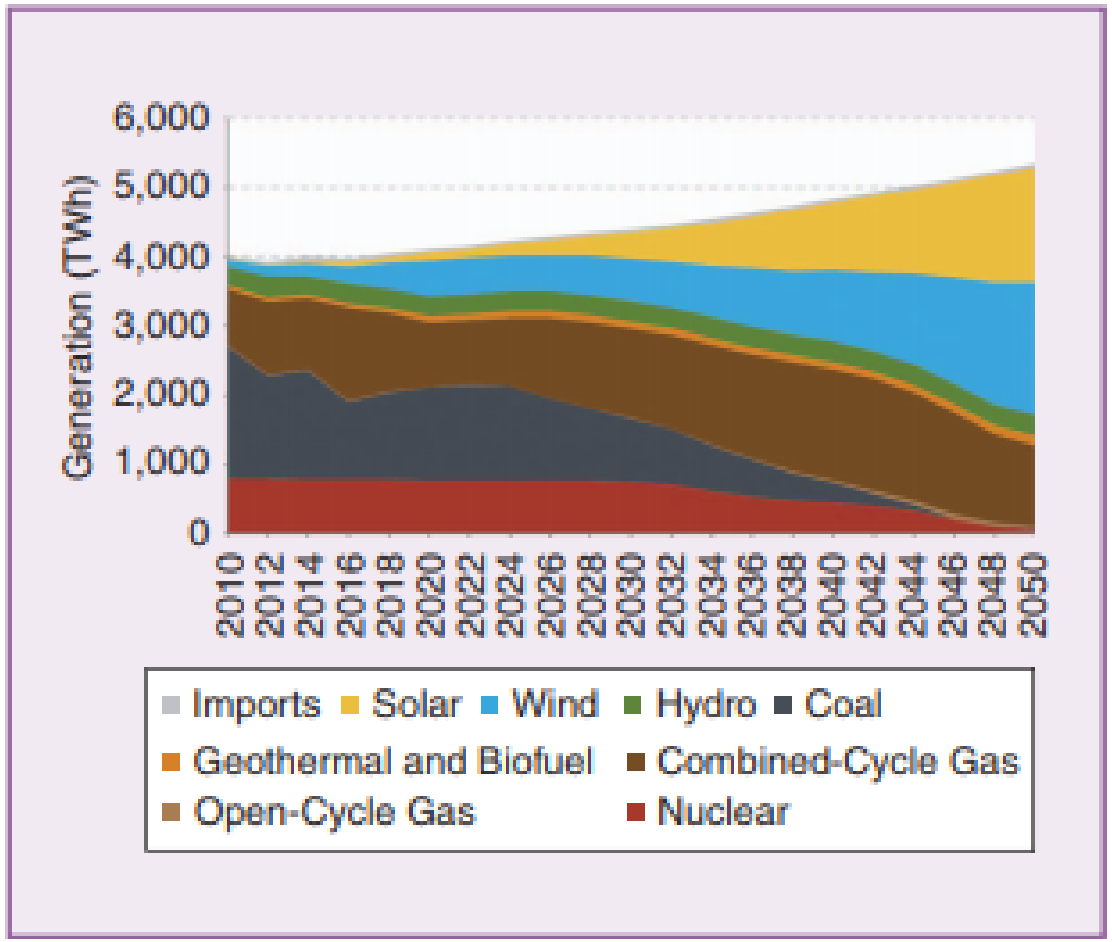
	I_{rated} rated current at 400 V	$I_{k'',max}$ $= I_{SC,max}$	$i_{P\,max}$ $= \sqrt{2} \cdot \kappa \cdot I''_{k,max}$ $\overset{\kappa=1}{=} \sqrt{2} \cdot I''_{k,max}$	$I_{b,max}$ $= \mu \cdot I''_{k,max}$ $\overset{\mu=1}{=} I''_{k,max}$	$I_{k,max}$ $= I''_{k,max}$
E-82 FT 2.3 MW 8 inverters	3320 A	4000 A	5657 A	4000 A	4000 A

HOOFDSTUK 02
Balanshandhaving

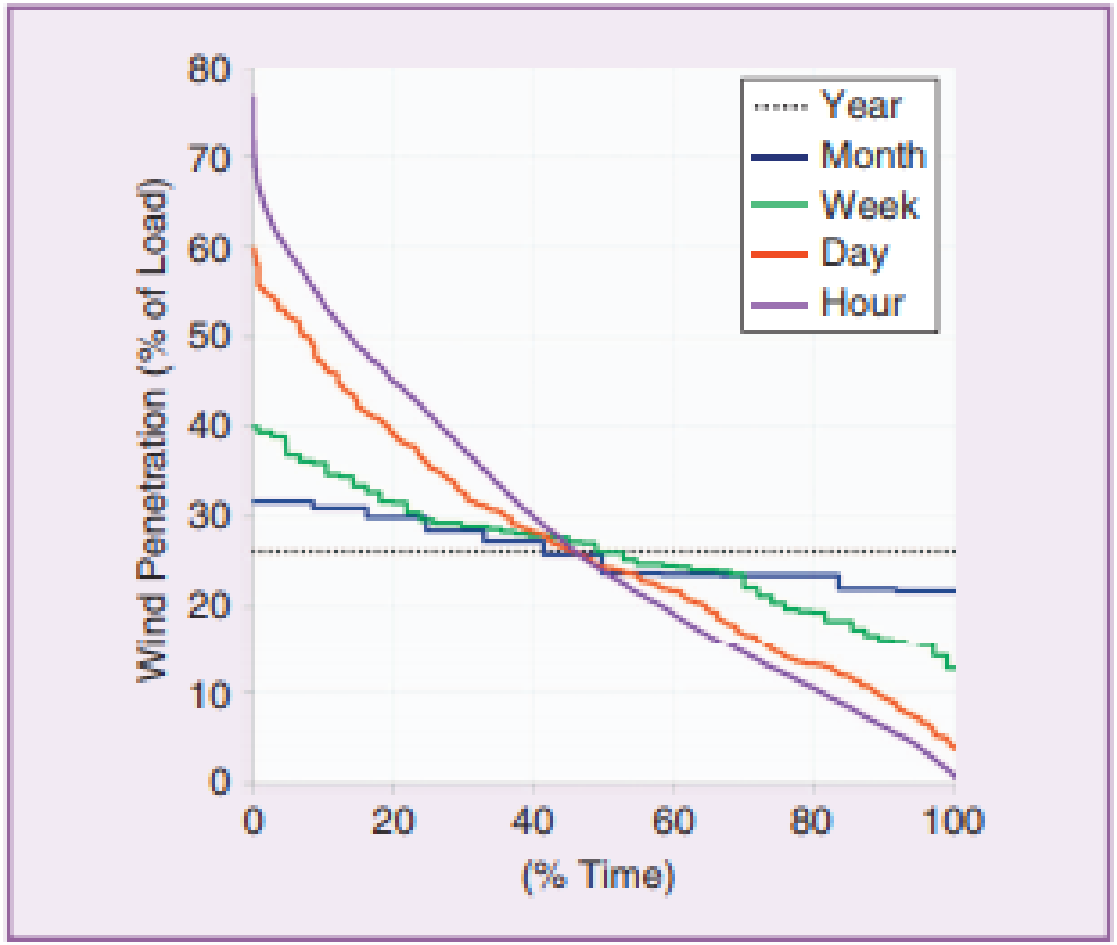
IT’S ABOUT POWER NOT ENERGY!

Het gaat om vermogen, niet energie

Prognose duurzame energie in USA



Wind penetratie duurcurve voor penetratie niveau van 30%



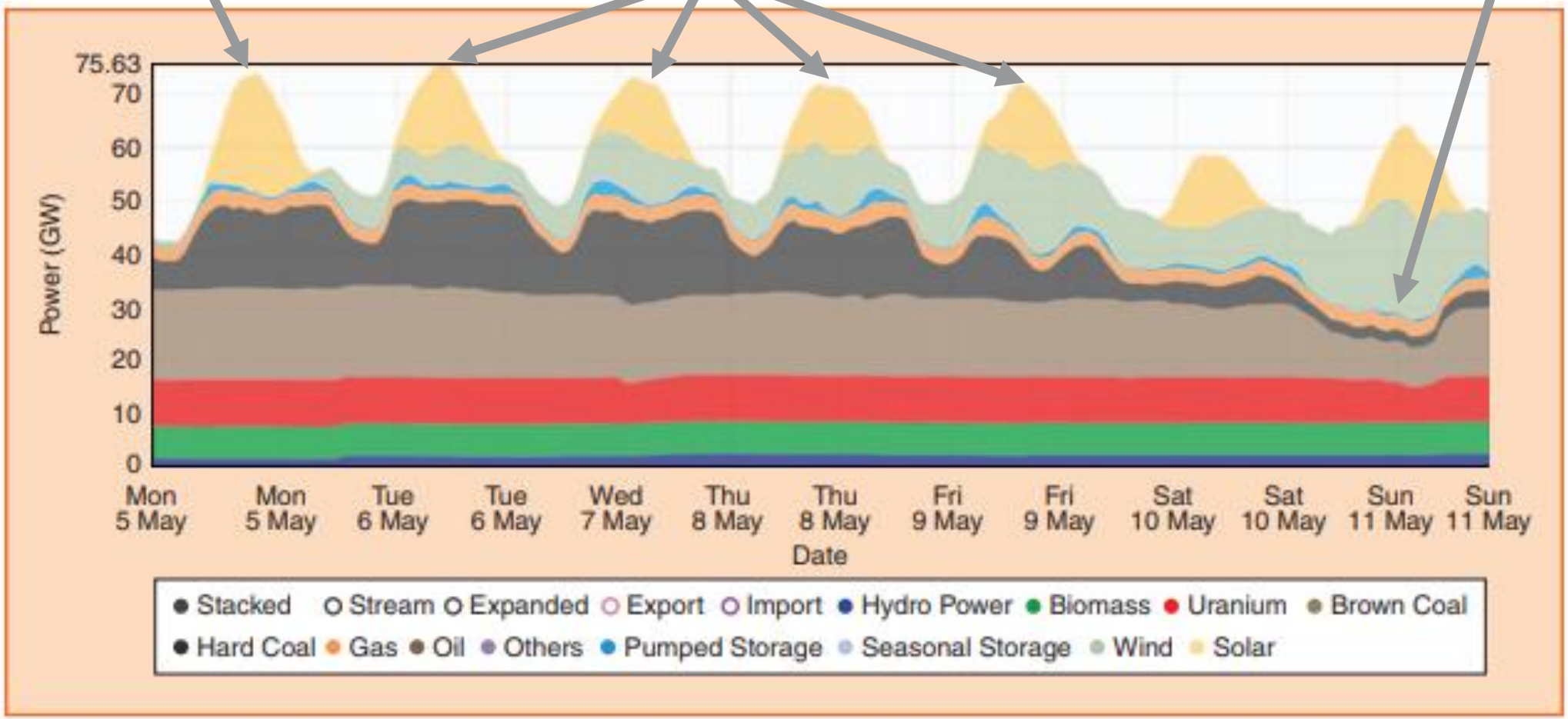
Bron: Thomas Ackermann et al., Power &Energy magazine Vol 15, No 6, 2017

Opwekmix voor Duitsland 5-11 Mei 2014

Middag piek afgedekt door Zon

Middag piek afgedekt door Zon & wind

Terug regelen van basislastcentrale t.b.v. netstabiliteit

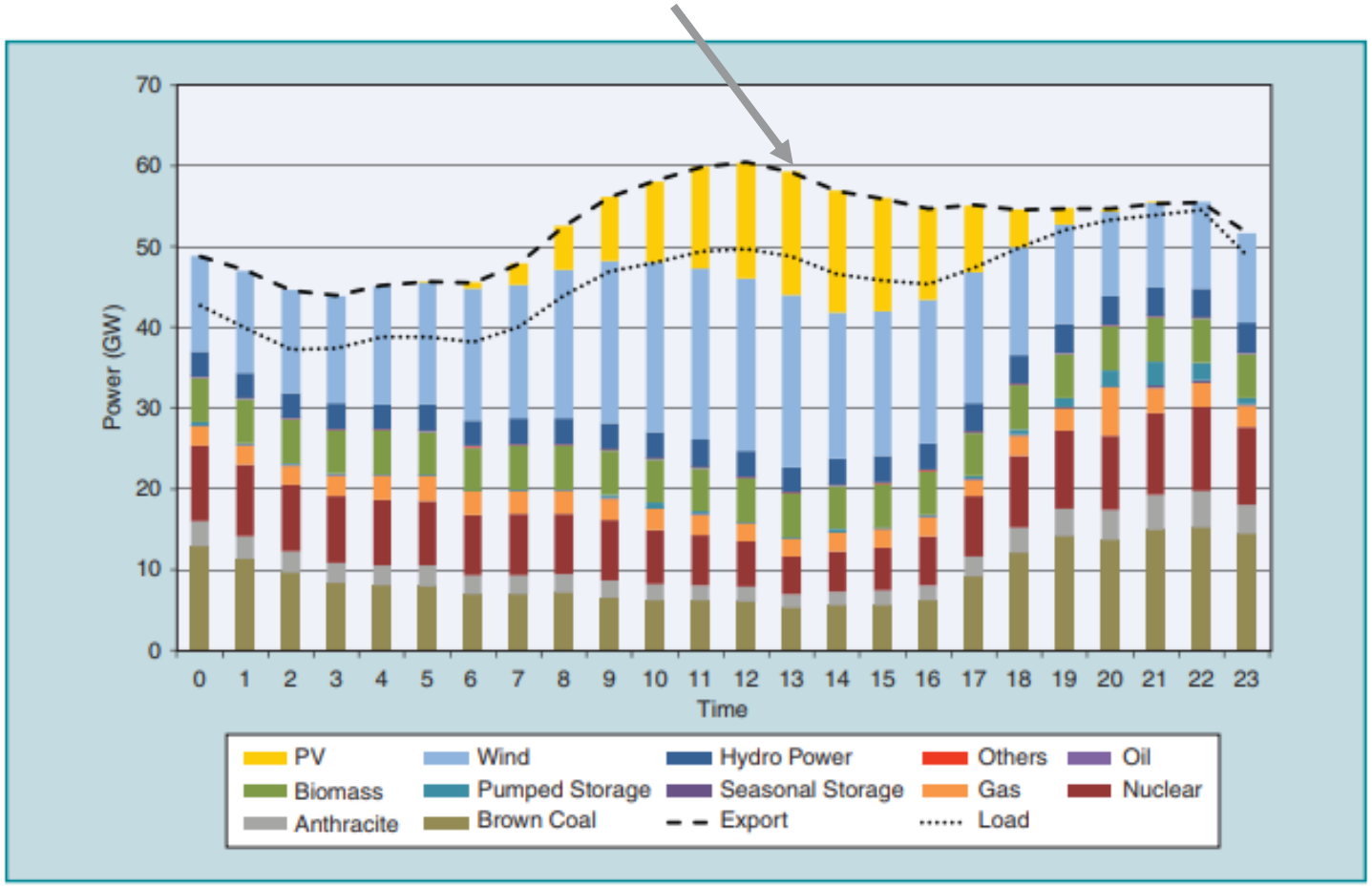


Bron: Thomas Stetz et al., Power &Energy magazine Vol 13, No 2, 2015

Duitsland 11-5-2014

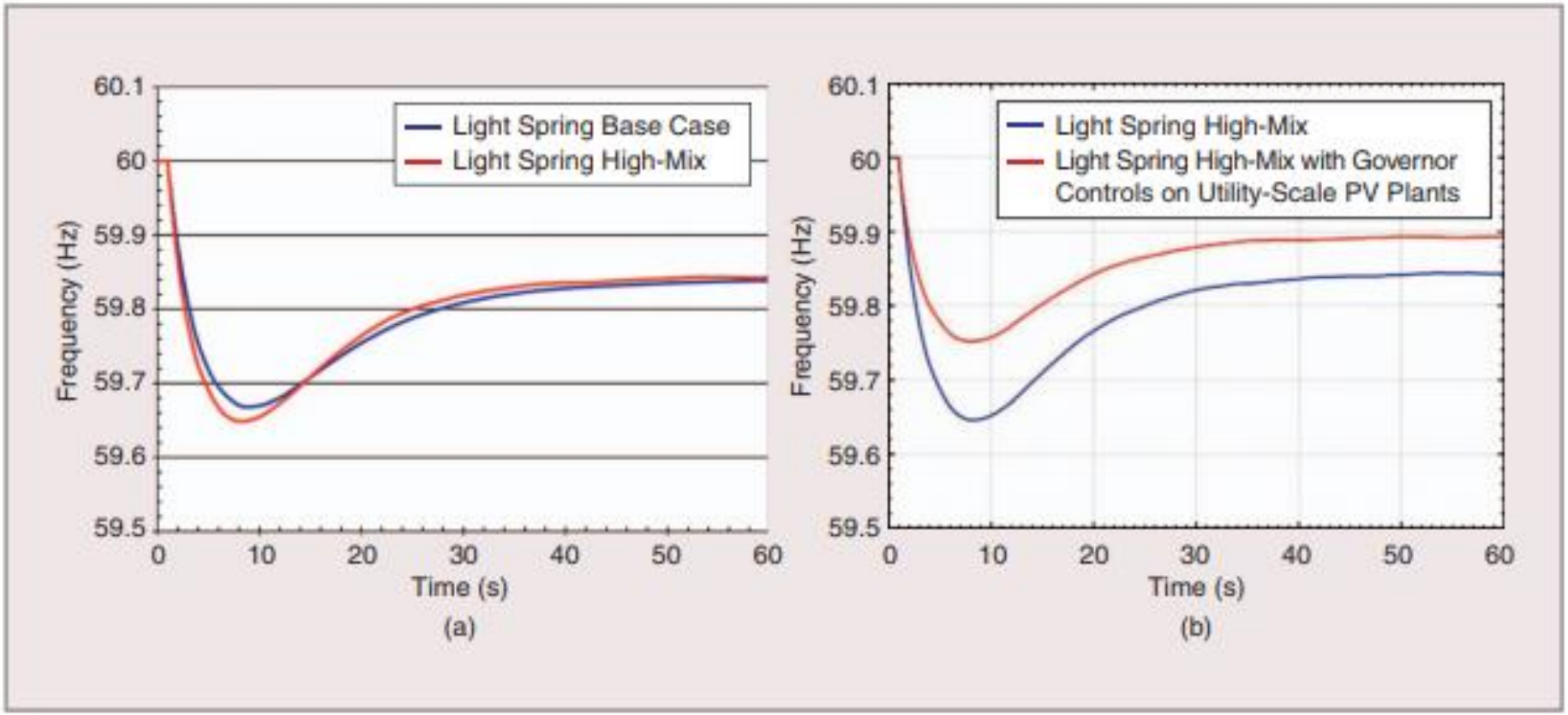
11-5-2014 13:00 Penetratie duurzame energieproductie: 70% (!)

- In 2014 dekte Zon en wind reeds 15,6% van de energievraag in Duitsland af.
- Leidt regelmatig tot een ogenblikkelijke penetratieniveau van 45%.
- Toenemende integratie van zon en wind leidt tot vaker terug regelen van centrales
- Kan impact hebben op kortsluitvermogen en stabiliteit



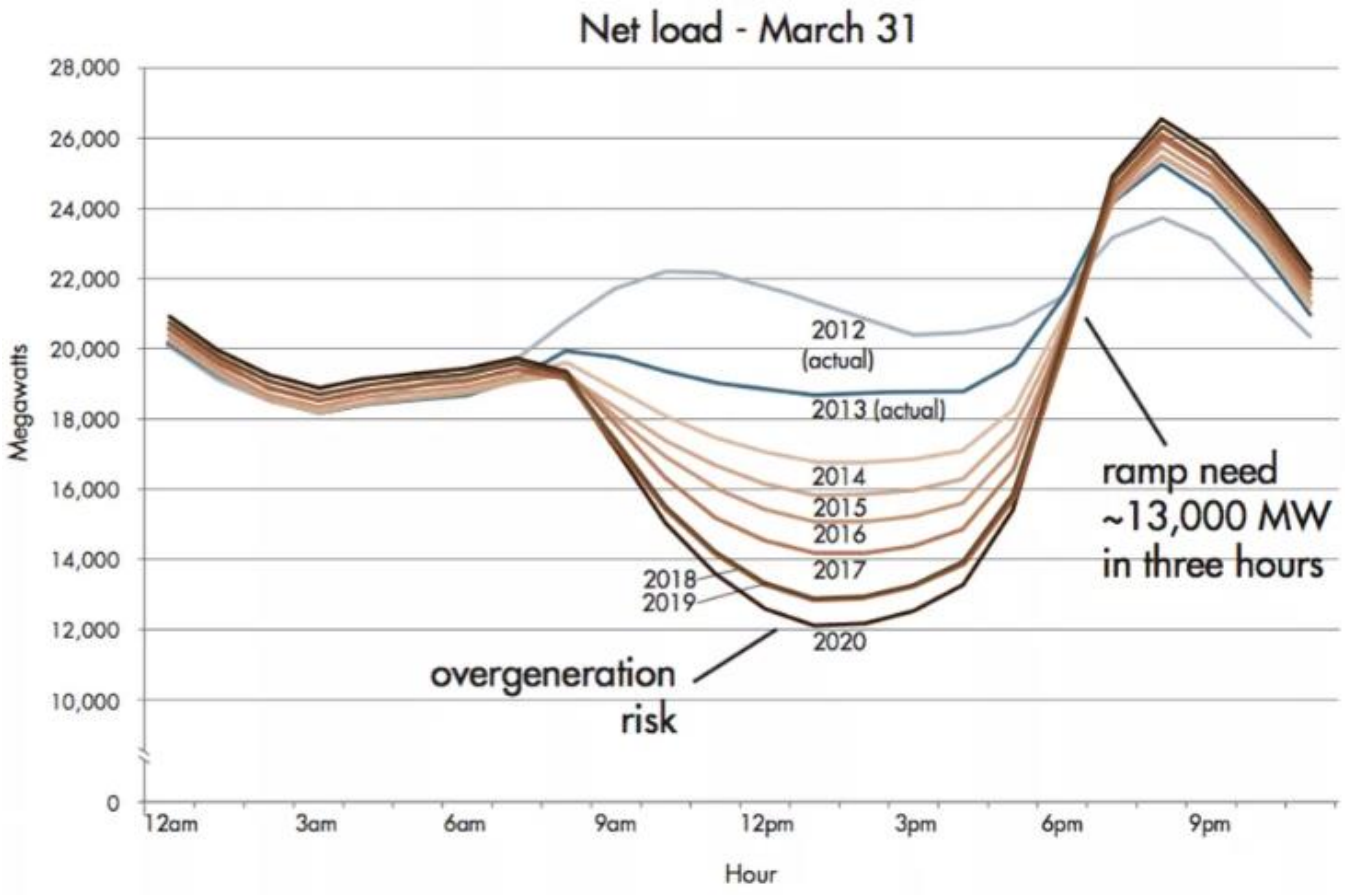
Rollen voor duurzame bronnen

- Kunnen duurzame bronnen de rollen van de centrales overnemen?
- Light spring base case: 26 GW duurzame bronnen
- Light Spring High Mix: 50 GW duurzame bronnen



Wat als de zon onder gaat?

- Z.g. ‘Duck’-curve
- Kunnen we zonder centrales?
- Toenemende penetratie PV vraagt om veel regelvermogen in relatief korte tijd

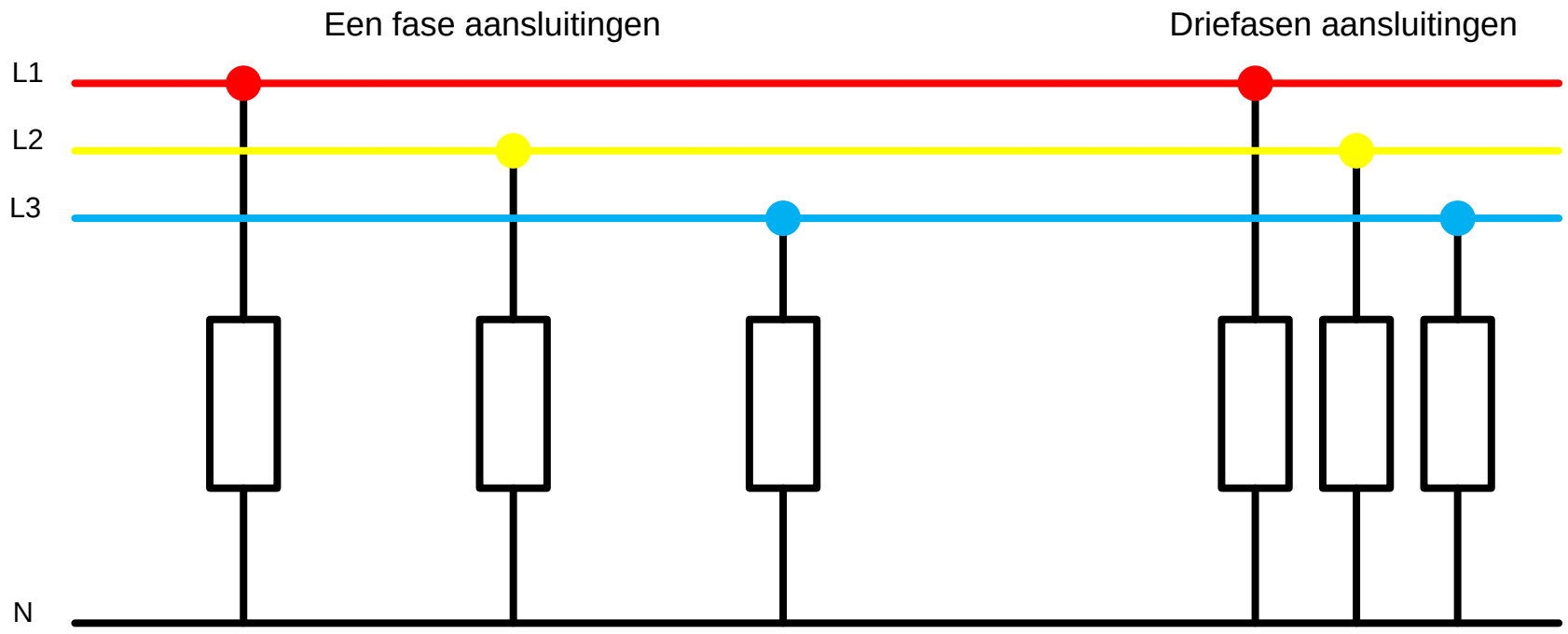


Bron: California Independent System Operator (CAISO)

HOOFDSTUK 03
ENERGIETRANSITIE

VERANDERING IN DE LAAGSPANNINGSNETTEN

Aansluitingen op LS-netten

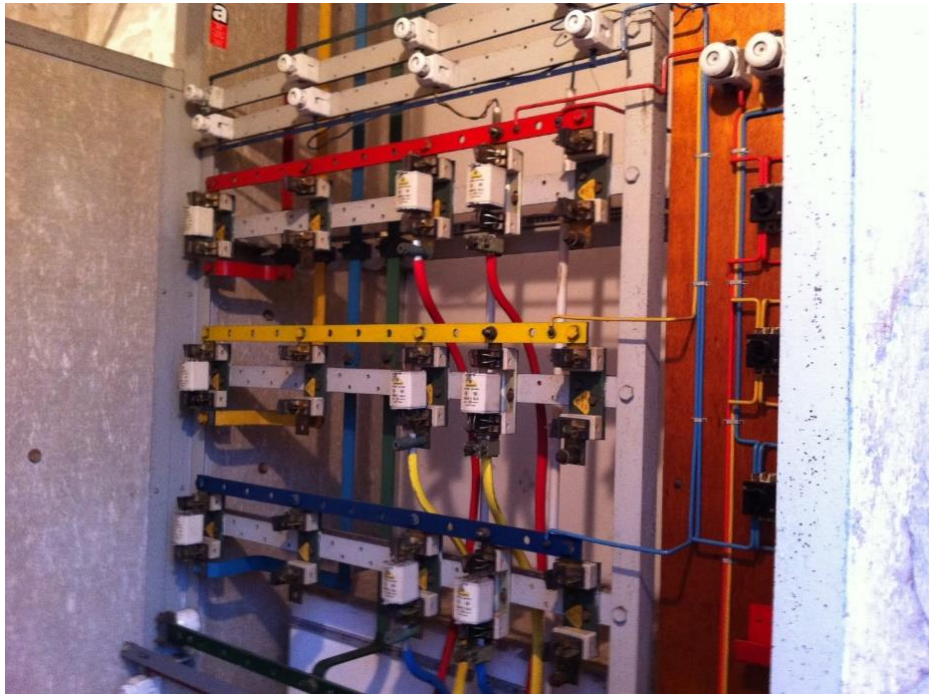


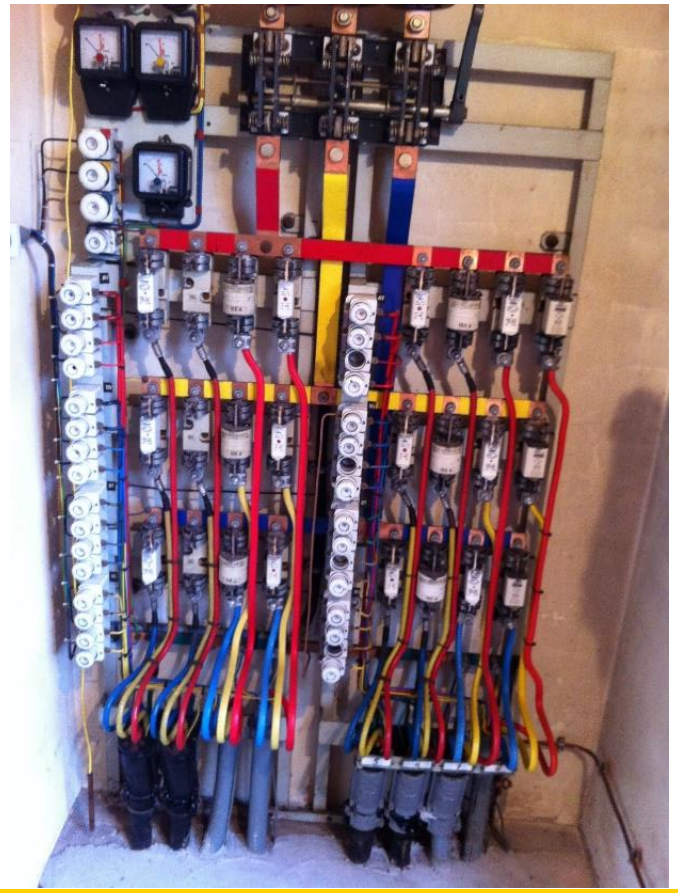
STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

Laagspanningskabel

STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

Laagspanningsrek





STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

Ontwikkelingen in de energietransitie

Heat pumps

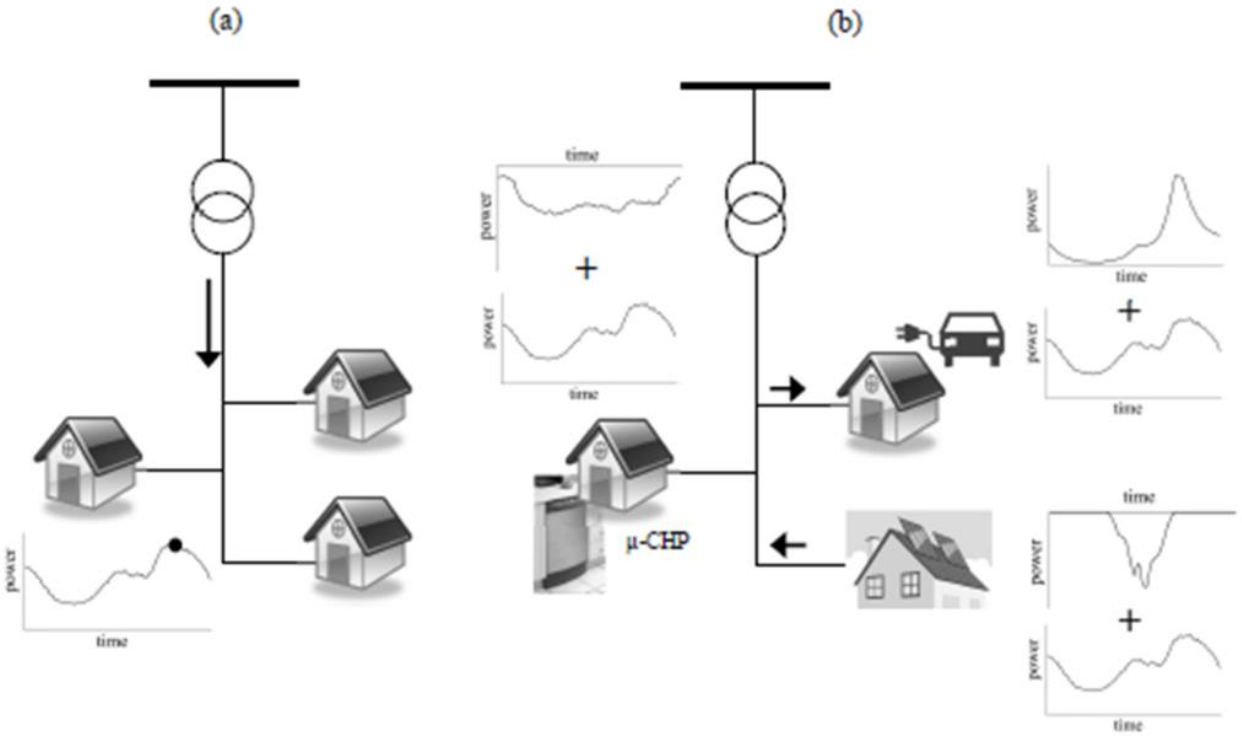
PV-systems

Electric Vehicles

STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

Netontwerp Laagspanning

- Traditioneel LS-netontwerp
  - Gebaseerd op piekwaarde
  - Fit and forget fashion
  - Uni-directionele energiestroom



- ‘Duurzaam’ LS-net
  - Bi-directionele energiestroom
  - Gecompliceerde en onvoorspelbare energiepatronen

Bron: E. Veldman, Power Play, Ph.D thesis TU Eindhoven 2013

STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

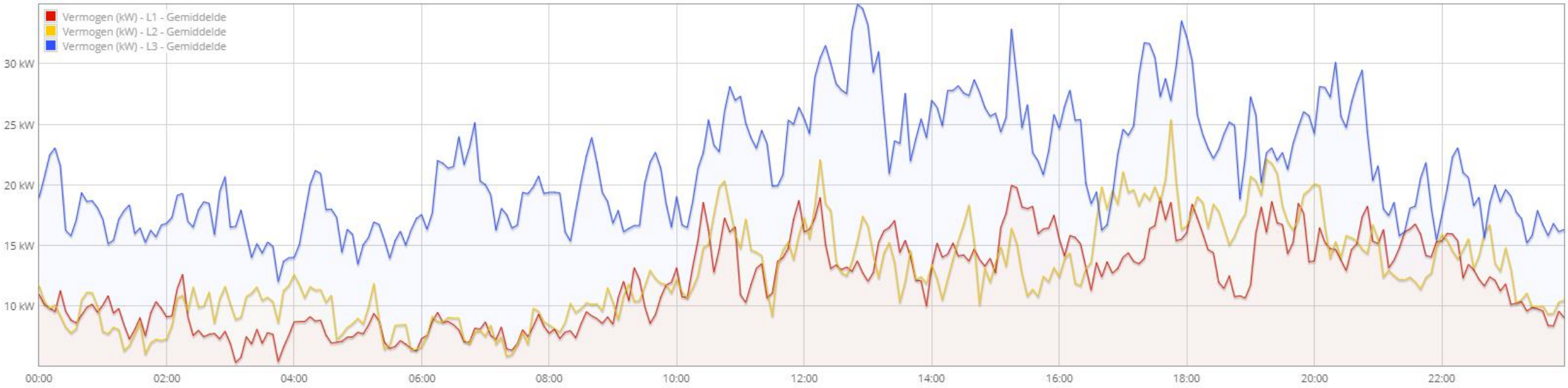
Nul op de meter wijken (NOM-wijken)

Doel NOM w

STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

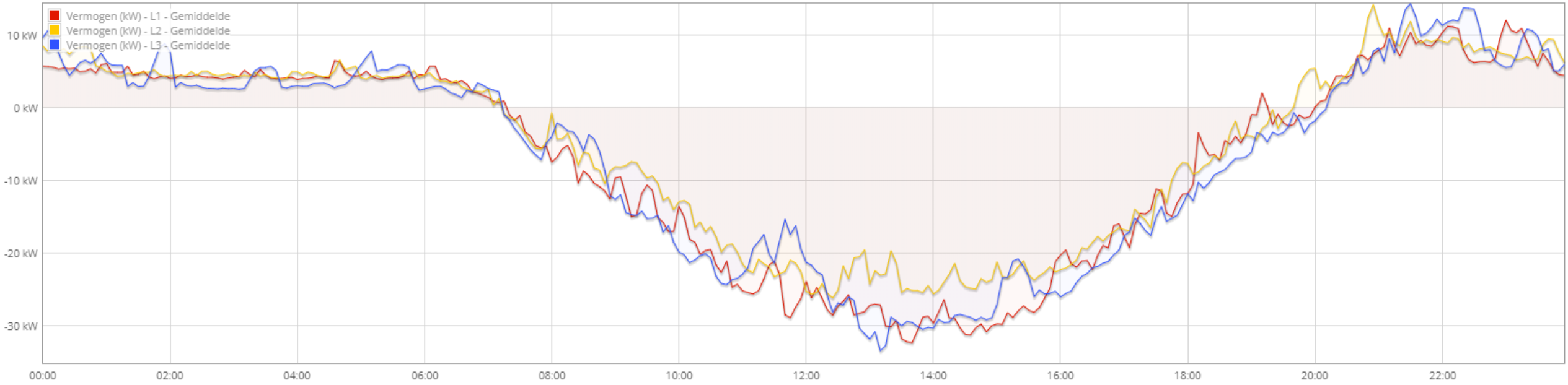
Metingen NOM wijk winter

- Meting 10-12-2017: LS kabel



Meting NOM wijk zomer

- Meting 07-05-2018: LS-kabel



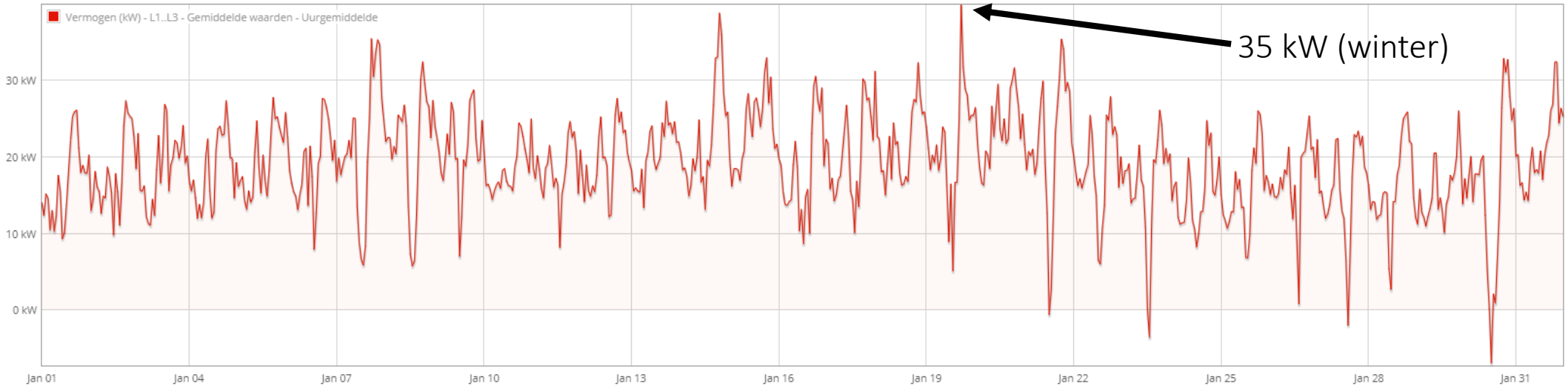
STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

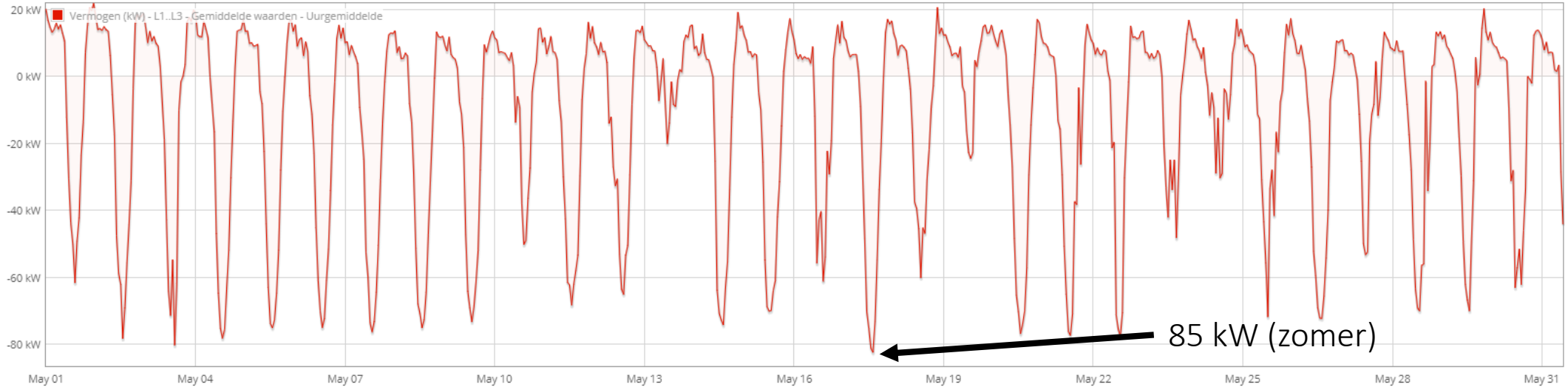
Traditionele netontwerp-getallen LS-netten

- Ontwerpen voor winterpiek
- 1 kW gelijktijdig per woning
- Maximaal aantal woningen op een standaard kabel (4x150 mm^2 Al): 100-110
- Maximale spanningsvariatie: +/- 10% waarvan +/- 5% in LS-netten

STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

Gevolgen voor het netontwerp





STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

Uitdaging in energietransitie laat zich als volgt formuleren

Netontwerp in de energietransitie:

1. Welke verandering vindt plaats
2. Waar vindt de verandering plaats
3. Wanneer vindt de verandering plaats

- Fit and forget aanpak heeft geleid tot beperkte interesse in LS netten
- Datakwaliteit issues
- Modellering LS-netten
- Scenario analyse en geavanceerde stochastische modellering doen intrede bij de netbeheerder

Lange termijn planning (1)

- Opstellen van scenario's (2020-2050)

- Vertalen van scenario's naar lokale ontwikkelingen
  - Stochastische technieken zoals 'logistische regressie'

- Modellen voor energie transitie technieken (PV, EV en WP)

Lange termijn planning (2)

- Berekening te verwachte netbelasting volgens bottom-up methode
  - Laagspanning
  - Middenspanning
  - Hoogspanning

- Richtlijnen voor toelaatbare netbelasting

- Richtlijnen voor netuitbreiding en vervanging

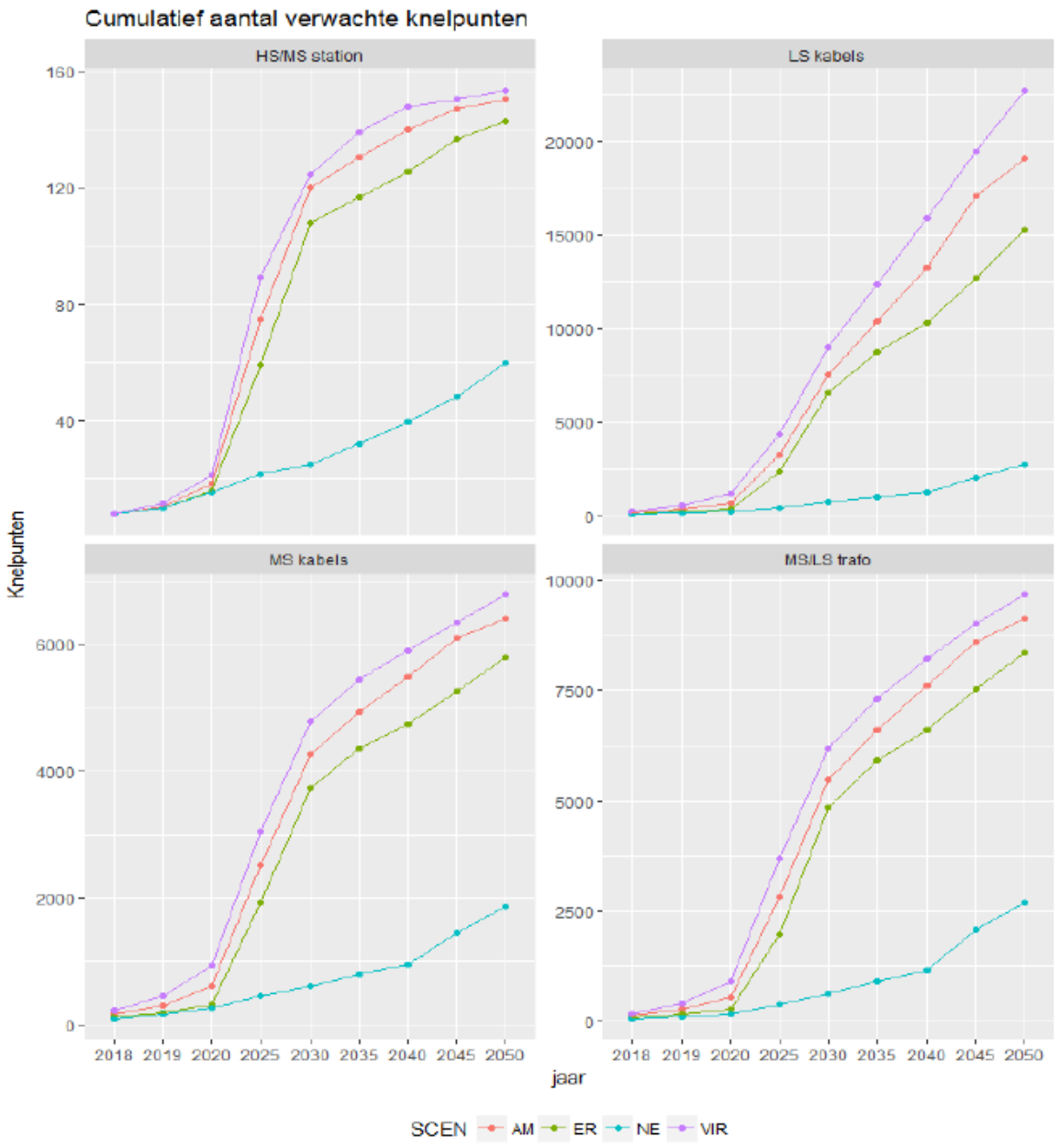
- Resultaat: Knelpunt ontwikkeling per jaar per scenario

STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

Scenario analyse resultaten

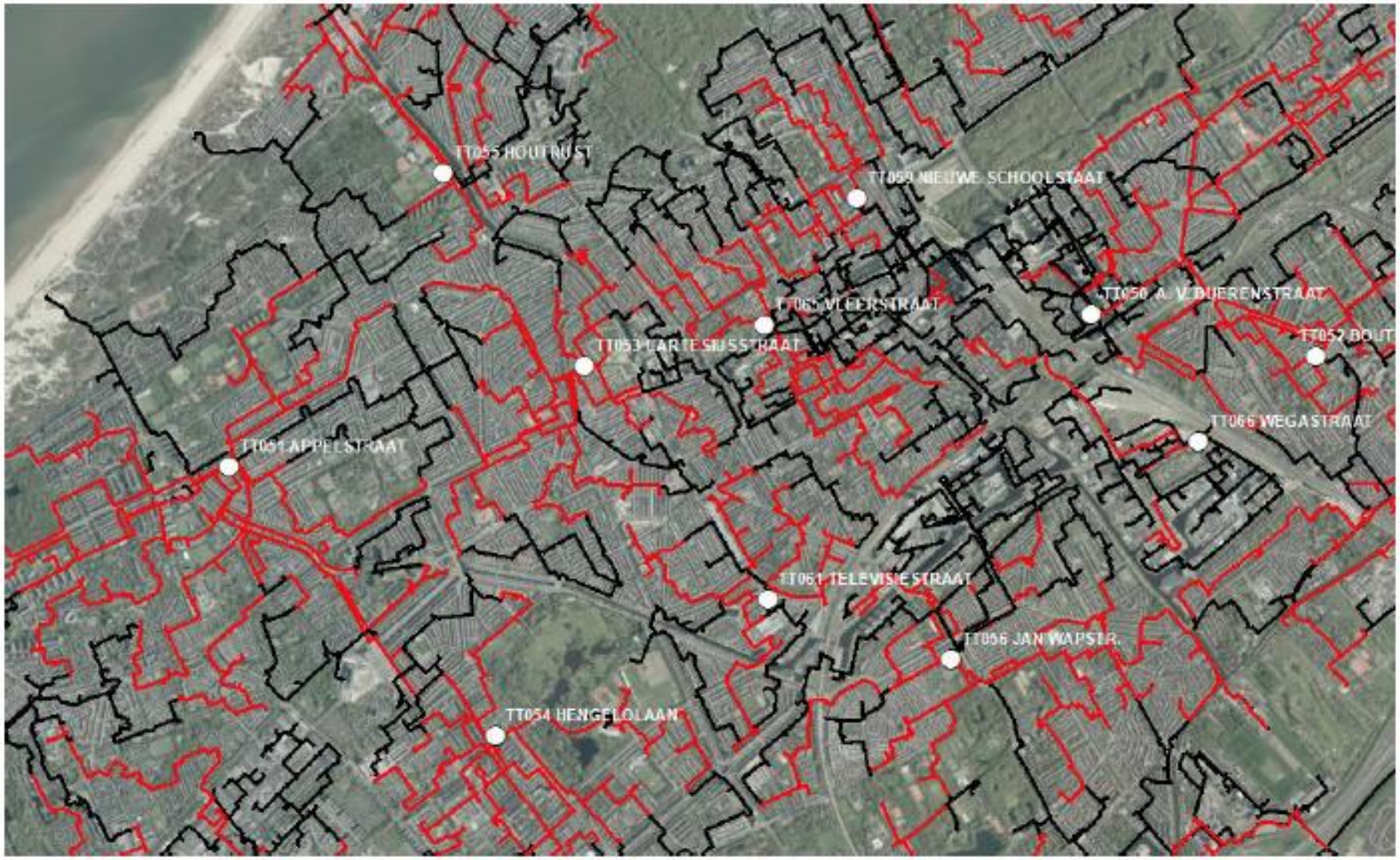
Ontwikkelingen tussen 2020-2030:

- Aanpassingen HS/MS stations: tussen 40 en 60
- Knelpunten LS-kabel: tussen 6.000 en 9.000
- Knelpunten MS-kabel: tussen 3.500 en 4.800
- Knelpunten MS/LS trafo's: tussen 5.000 en 6.250



STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

MS net in 2050



STEDIN.NET | VOOR DE NIEUWE ENERGIEGENERATIE

Conclusies Elektriciteitsvoorziening

- Balanshandhaving moeilijker door verduurzaming
- Alle rollen van centrales door duurzame bronnen
- Coördinatie netondersteuning noodzakelijk

Conclusies Energietransitie

- Meten is weten
- Data wordt (nog) belangrijker
- Middenspanning komt eerst

It’s about power not energie

BEDANKT VOOR UW AANDACHT