

Energiewende: Land unter im Stromsee – Nur hohe Nutzungsgrade machen Sinn

geschrieben von Wolfgang Müller | 16. Juli 2014

Das Hauptproblem bei den wetterabhängigen Stromerzeugungsverfahren aus Wind und Sonne sind die geringen Nutzungsgrade. Will man z.B. aus Windenergie einen im Jahresmittel definierten Ertrag gewinnen, dann kann man die am Typenschild der Anlagen ablesbare Leistungsangabe nicht heranziehen. Entscheidend ist vielmehr der Nutzungsgrad, eine prozentuale Angabe über den Abschlag, mit dem die Typenschildabgabe multipliziert werden muss. Wie **Bild 1** zeigt, würde ein motorisch betriebenes Kraftwerk, das nahezu unterbrechungsfrei arbeiten kann, bei einer nominellen Leistung von 1 MW bis zum Ende eines Betriebsjahres ca. 8600 MWh elektrischer Arbeit abliefern. Bei einer Windenergieanlage mit nominell gleicher Leistung wären es zum Jahresende lediglich 1524 MWh und bei einer Solaranlage sogar lediglich 727 MWh. Ursache ist der miserable Nutzungsgrad der „Erneuerbaren“: Sowohl Wind- als auch Solarkraftwerke liefern nur ganz selten die volle Höchstleistung ab, die weitaus meiste Zeit kommen nur Bruchteile davon aus den Anschlüssen. Bei an Land errichteten Windenergieanlagen liegt der Mittelwert daher bei lediglich 17,4 % statt 100 % des theoretisch möglichen Ertrags, bei Solaranlagen sind es sogar nur 8,3 %.

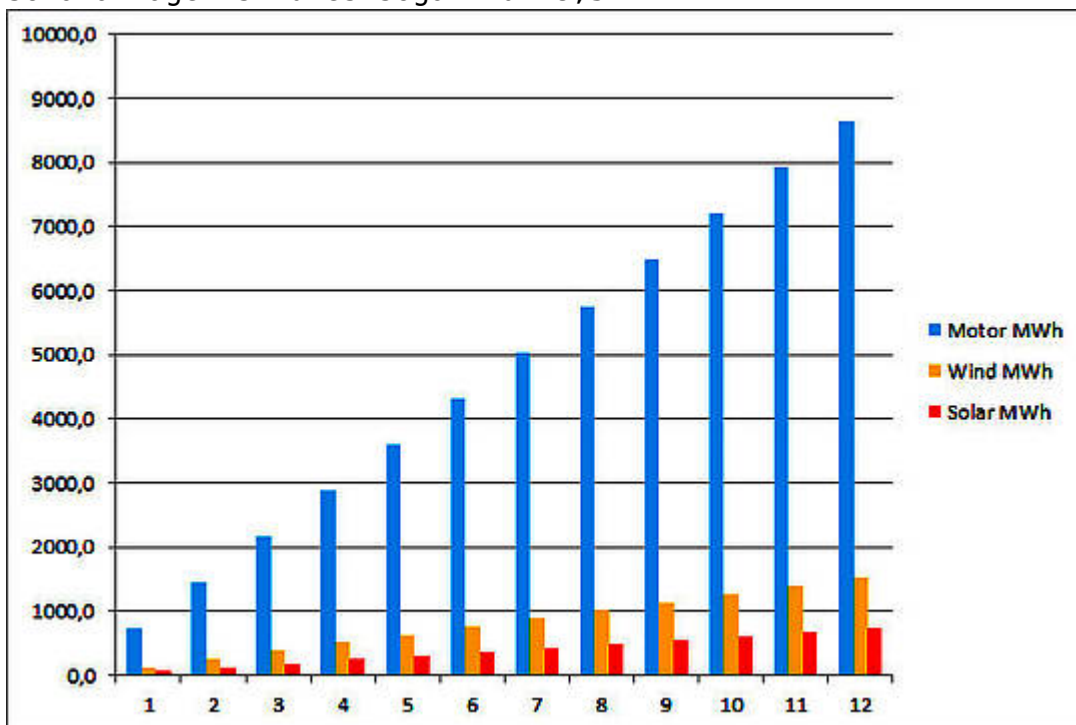


Bild 1: Vergleich der gelieferten Jahresstrommenge für ein Motorkraftwerk, eine Windenergieanlage und eine Solaranlage, jeweils mit einer Typenschildleistung von 1 MW

Da jedoch 100 % bzw. 8600 MWh benötigt werden, muss man bei EE-Anlagen deshalb eine entsprechend höhere Kapazität installieren, **Bild 2**. Bei Wind entspricht dies dem Faktor 5,75, bei Solarstrom mit seinem noch

deutlich schlechteren Nutzungsgrad von 8,3 % liegt der Faktor sogar bei 12,05.

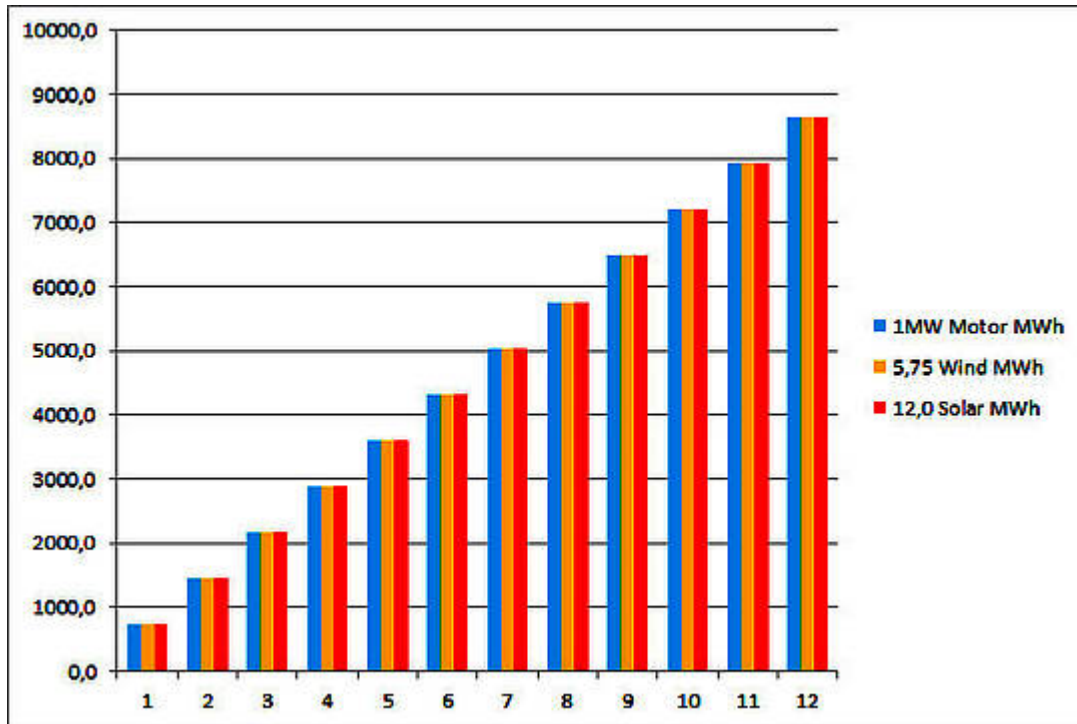


Bild 2: Gleicher Stromertrag von 1 MW Motorkraft, 5,75 MW Windenergie oder 12 MW Solarpaneelen.

Anders ausgedrückt: Um ein Motorkraftwerk mit nominell 1 MW bei 98,5 % Auslastung zu ersetzen, muss man 5,75 MW Windleistung oder sogar 12 MW Solarleistung installieren – und deren Produktion bei „gutem“ Wetter auch irgendwohin schaffen, wo sie sinnvoll genutzt werden kann.

Strom-Tsunamis sind vorprogrammiert

Direkte Folge der großen Überkapazitäten, die man beim Ersatz konventioneller Stromerzeugungstechnologien durch Wind- und Solaranlagen mit schlechten Nutzungsgraden vorsehen muss, ist eine entsprechend hohe Überproduktion an Strom, wenn es der Wind oder die Sonne mal besonders

gut meinen. Während ein konventionelles Kraftwerk mit 1 MW Leistung stets genau diese Leistung zur Verfügung stellt, sieht dies bei einem Windpark ganz anders aus: Es wird je nach Wetterlage zwischen 1 % und 575 % der eigentlich benötigten Leistung ins Netz einspeisen, egal wie hoch der aktuelle Bedarf ist. Bei einem Solarkraftwerk sind es dementsprechend zwischen 0 % und 1200 %.

Allerdings kann man den bei „guter“ Wetterlage zuviel produzierten Strom nicht einfach „wegwerfen“, da man damit im Prinzip die Zeiten schwächerer Produktion ausgleichen muss. Anderenfalls würde man die für das Gesamtjahr benötigte Stromproduktion nicht darstellen können. Das Ganze kann daher nur funktionieren, wenn man die in Zeiten des Überflusses produzierten Strom-Tsunamis irgendwohin leitet,

wo sie sinnvoll verwendet werden können. Das könnten in Zukunft irgendwelche Speichersysteme oder – so wie es jetzt gehandhabt wird – einfach die Stromnetze unserer diversen Nachbarländer sein, denen man den Segen mit teils massiven Zuzahlungen auf's Auge drückt. Das Problem ist dabei, dass man hierfür die Leitungsnetze entsprechend der im Extremfall zu erwartenden Strommengen überdimensionieren muss. Während für das bereits angesprochene 1-MW-Motorkraftwerk eine Leitung mit einer Transportkapazität von 1 MW völlig ausreichen würde, müsste sie für den Anschluss eines Windparks mit 5,75 MW auch für dessen Maximalkapazität ausgelegt werden, auch wenn im Jahresmittel nur 1 MW Transportkapazität genutzt wird. Anders ausgedrückt: Man muss eine 5,75 MW-Leitung vorsehen, die jedoch

statt zu 98,5 % lediglich zu 17,4 % ausgelastet wird. Im Straßenbau entspräche dies dem Bau einer sechsspurigen Autobahn, über die dann im Mittel das Verkehrsaufkommen einer einspurigen Landstraße abgewickelt wird, Bild 3. Noch schlechter sieht es bei Solaranlagen aus, da hier das Verhältnis 1/12 ist. Das entspräche einer 12spurigen Autobahn statt einer Landstraße.



Bild 3: Stromnetz-Analogie: Wo bei konventionellen Kraftwerken eine einspurige Landstraße reichen würde, müsste man bei Windstrom für die Bewältigung des gleichen

**Jahresstromaufkommens eine
sechsspurige Autobahn vorsehen**

Ausbauziele für Deutschland

**Um abzuschätzen,
wie sich die
weitere
Entwicklung des
EEG in den
kommenden Jahren
auf die
Stromproduktion**

**Deutschlands sowie
auf die dortigen
Stromnetze
auswirken dürfte,
gehen wir zunächst
von der aktuellen
Stromproduktion
und von den EE-
Planungen der
Großen Koalition
aus. Als Referenz
nehmen wir das**

**Jahr 2013 mit
einer Gesamt-
Stromproduktion
von 629 TWh.**

**Während die
Stromerzeugung in
Deutschland –
außer in Kriegs-
und Krisenzeiten –
stets zunahm,
unterstellen wir
einmal, dass die**

**aktuellen
Sparbemühungen zu
einem „Einfrieren“
des
Stromverbrauchs
auf dem Niveau des
Jahres 2013 führen
werden. Da die
Politik jedoch den
Autoverkehr auf
elektrische
Antriebe umstellen**

**will, muss der
hierfür benötigte
Strom zusätzlich
erzeugt werden.**

**Für 2020 sind 1
Mio.**

**Elektrofahrzeuge
geplant, während
bis 2050 die
gesamte PKW-Flotte
von heute rund 44
Mio. Fahrzeugen**

**durch
Stromschlucker
ersetzt sein soll.
Aufgrund dieses
zusätzlichen
Verbrauchs ergäbe
sich dann für 2050
eine
Stromerzeugung von
759 TWh. Für 2050
plant die große
Koalition einen**

**EE-Anteil an der
Stromproduktion
von 80 %. Noch
weiter gehen
Grüne, WWF,
Greenpeace und die
evangelische
Kirche, die 100 %
EE-Anteil fordern.
Setzt man die
obigen Zahlen um,
so lassen sich für**

**die
Stromproduktion
aus EE-Quellen
folgende
Zielvorgaben
errechnen:
Jahr 2050:
Wind Onshore
(erforderl.
Kapazität 288100
MW,
Nutzungsgrad**

TWh

17,4 %)

439,1

Wind Offshore

(erforderl.

Kapazität 36010

MW,

Nutzungsgrad 34,8 %) 109,8

Solar (erforderl.

Kapazität 52000

MW, Nutzungsgrad

8,3 %) 37,8

Wasser (Kapazität

4300 MW)

20,5

**Jahr 2050 bei 100
% EE-Erzeugung
(Forderung**

ev. Kirchentag) TWh

**Wind Onshore
(erforderl.**

**Kapazität 367800
MW, Nutzungsgrad
17,4 %)**

560,6

**Wind Offshore
(erforderl.**

**Kapazität 46000
MW, Nutzungsgrad**

34,8 %) 140,1

**Solar (erforderl.
Kapazität 52000
MW, Nutzungsgrad
8,3 %)** 37,8

**Wasser (Kapazität
4300 MW)** 20,5

**Diesen Zahlen
liegen folgende
Annahmen zugrunde:
Die Produktion von**

**Strom aus
Wasserkraft wird
sich in
Deutschland kaum
noch steigern
lassen. Auch der
Erzeugung von
Strom aus Getreide
– vornehm als
Biogas bezeichnet
– dürfte wegen der
Amoralität dieses**

**Tuns in einer
hungrigen Welt
(man braucht sich
nur zu fragen,
warum so viele
Bootsflüchtlinge
auf dem Mittelmeer
ihr Leben
riskieren) kaum
noch großes
Wachstum
beschrieben sein.**

**Und bei
Fotovoltaik ist
ein Deckel von
52000 MW geplant.
Alle künftigen
Steigerungen der
Erzeugung von EE-
Strom können daher
im Prinzip fast
nur noch durch
Ausbau der
Windenergie**

**erfolgen. Bließen
von den EE-
Erzeugern
theoretisch also
noch**

**Müllverbrennungsan-
lagen (5,2 TWh in
2013) und
Getreidegasanlagen
(42,6 TWh in
2013), die
parallel zu den**

**Wind- und
Solaranlagen
einspeisen. Aus
naheliegenden
Gründen dürfte ihr
Anteil in den
kommenden
Jahrzehnten jedoch
gegen Null
tendieren, da alle
heute
existierenden**

**Anlagen bis 2050
aus der Förderung
herausfallen und
neue Anlagen wohl
kaum noch
errichtet werden.
Die heute noch
existierenden
Kraft-Wärme-
Kopplungsanlagen
dürften bis 2050
wegen mangelnder**

**Wirtschaftlichkeit
vom Markt
verschwunden sein.**

**Auswirkungen
auf**

die

**Stromprod
uktion**

Um die

konkreten

**Auswirkungen
des
beschlossenen
Ausbaus
von Wind-**

**und
Solarstro
merzeugung
g im
Jahre
2050 zu**

**veranschau-
lichen,
wurden
die
reellen
Zahlen**

der

Stromprod

uktion

des

Dezembers

2013 in

**viertelst
ündlicher
Auflösung
zugrunde
gelegt.
Dann**

wurden

sowohl

die

vollständ

ige

Netzlast

als auch

die zu

erwartend

e

Leistungs

bereitste

Ulung

durch

Wind- und

Solararkraf

twerke

mit Hilfe

**der oben
aufgeführten
Zahlen
umgerechnet.
Bild**

4 zeigt

die

entsprech

enden

Werte für

die

**Netzlast
(entspricht in
etwa dem
inländisc
hen**

Verbrauch

) sowie

für die

Summenlei

stung von

Wind- und

**Solarener
gieanlagen
n plus
Wasserkra
ft. Der
Spitzenwe**

rt liegt

bei

296000

MW.

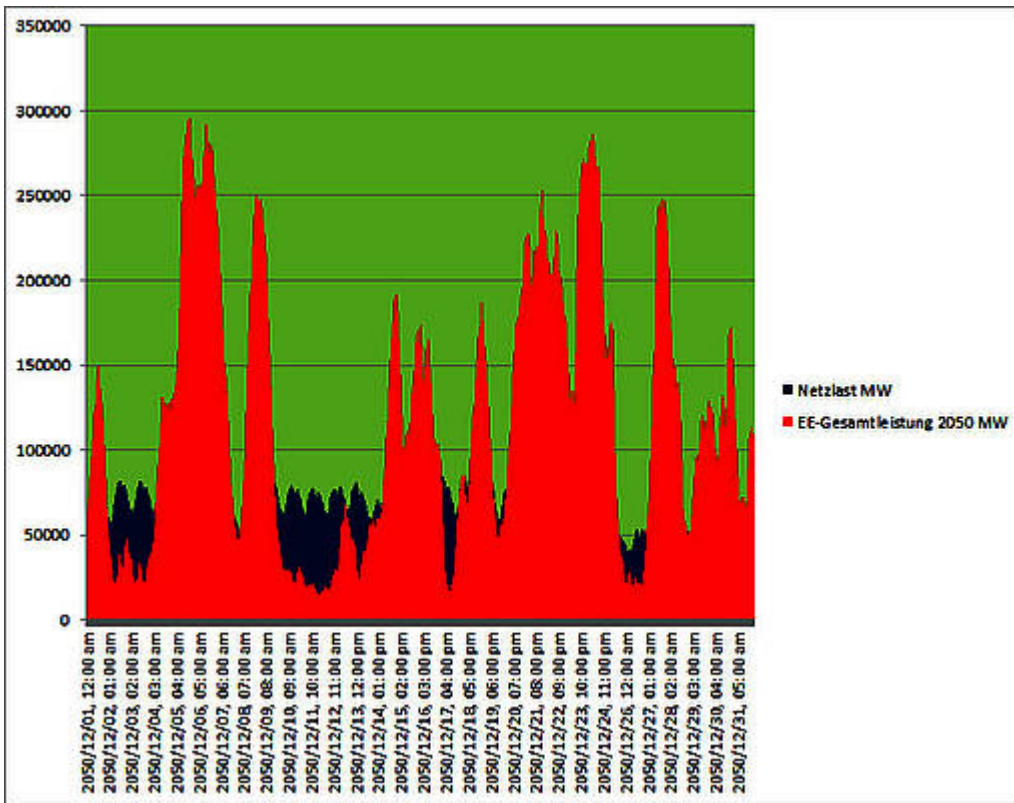


Bild 4: Projektion der

**Netzlast
(dunkelblau)
sowie
der
kumuliert
en**

**Leistung
von Wind-
und
Solarstro
manlagen
im**

Dezember

2050

Wer beim

Blick auf

diese

Darstellu

ng jetzt

annimmt,

man könne

angesicht

s der

großen

**Mengen an
EE - Strom
die
Kapazität
der
konventio**

netzen

Kraftwerk

es stark

reduzieren

den

wird ein

Blick auf

Bild 5

enttäusch

en. Trotz

der

riesigen

**Kapazitäten
von
Wind- und
Solarenergieanlagen
gibt es**

**weiterhin
zahlreich
e kürzere
oder auch
längere
Zeiträume**

**, wo
konventio
nelle
Kraftwerk
e
einspring**

**en
müssen,
weil die
Produktio
n von EE-
Strom**

nicht

ausreicht

, um

Deutschla

nd zu

versorgen

**. In der
Spitze
müssen
konventio
nelle
Kraftwerk**

e bis zu

61000 MW

Leistung

bereitste

llen,

damit die

**Stromvers
orgung
gesichert
bleibt.**

**Darüber
hinaus**

**müssen
zahlreich
e Kohle-
und
Gaskraftw
erke**

sogar

kontinuierlich

am

Netz

bleiben,

um die

**Mindestleistung
von etwa
28000 MW
zu
sichern,**

**die
benötigt
wird, um
die zur
Stabilisi
erung des**

Netzes

erforderl

iche

Regelleis

tung

darstelle

n zu können .

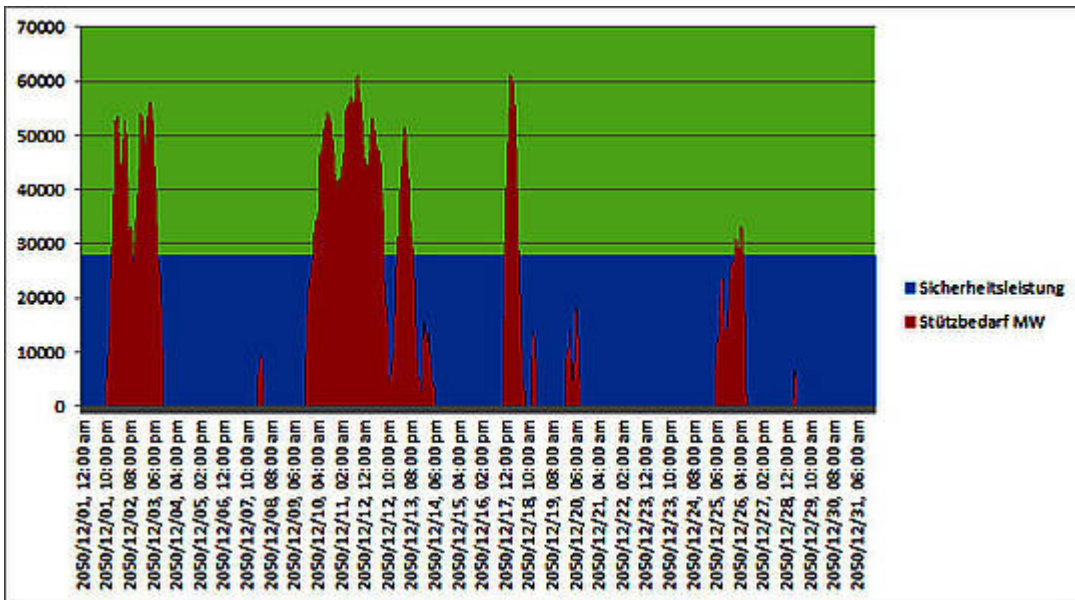


Bild 5 :

Im

fiktiven

Dezember

2050

benötigte

Leistung

aus

konventionellen

Kraftwerken:

Rot

für die

Tage, an

**denen die
Produktio
n aus EE-
Quellen
nicht zur
Deckung**

der

Netzlast

ausreicht

, und

blau die

zur

**Aufrechte
rhaltung
der
Netzsi-
che
rheit
erforderl**

iche

Mindestle

istung

AuSw

i r k u

ng

auf

die

Netz

e

wü r d

e

der

Ausb

au

der

Stro

mp ro

dukt

ion

aus

sogge

nann

ten

„Ern

euer

bare

n

Ener

g i e n

“

e n t s

prec

hend

der

bish

erig

en

Plan

unge

n

kons

equa

nt

umge

setz

t,

so

hätt

e

dies

erhe

btlic

he

Kons

eque

nzen

auch

im

Bere

ich

der

Hoch

span

nung

S -

Über

trag

ungs

netz

e

für

den

erze

ugte

n

eulek

tris

chen

stro

m.

Char

akte

rist

isch

für

die

aktu

ette

Situ

atio

n

ist

die

weit

gehe

nde

Plan

łosi

gkei

t,

mit

der

offe

nsic

htli

ch

aggie

rt

wird



Grun

d

hier

für

ist

sich

erli

ch

auch

die

Tats

ache

,

dass

sich

bish

er

kein

erle

i

vert

retb

are

g r o ß

t e c h

n i s c

he

Lösu

ng

für

die

Spei

cher

prob

Lema

tik

abze

ichn

et.

Desh

atb

w e r d

e n

b e z ü

g l i c

h

d e r

Leit

ungs

netz

e

zurz

eit

nur

klei

ne re

Lü ck

enfü

l l er

wie

„Süd

Link

“

proj

ekti

ert,

mit

dene

n

man

die

auf

uns

zuro

Ulen

de

Erze

ugun

gswe

ule

auf

kein

en

Fall

bewä

rtig

en

kann



Dies

zeig

t

ein

Blic

k

auf

Bild

6

mit

der

Simu

lati

on

der

gesa

mten

Erze

uggun

gsle

istu

ng

des

Deze

mber

s

ein's

ch ʎi

eß ʎi

ch

der

Prod

ukti

on

der

nach

wie

vor

unve

rzic

htba

ren

konv

enti

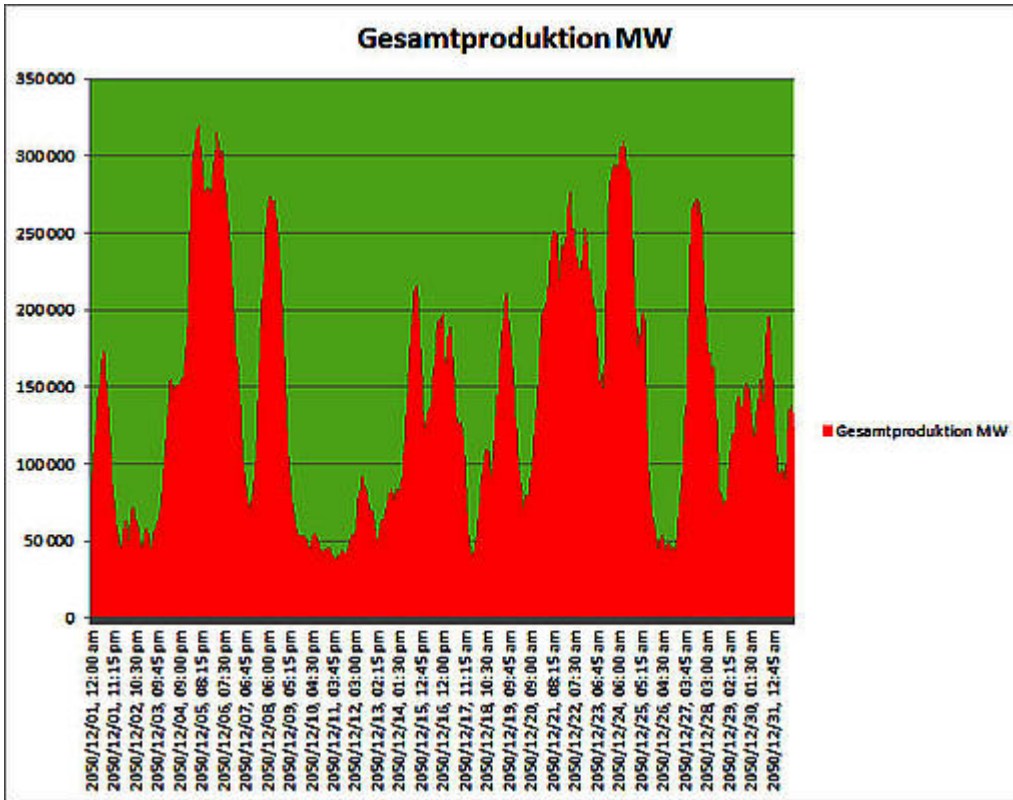
oneł

Len

Kraf

twer

ke.



Build

6:

Im

Deze

mber

2050

wü r d

e

d i e

maxi

male

Eins

peis

elei

stun

g

bei

weit

ererer

Fort

führ

ung

der

Plän

e

der

Bund

esre

gier

ung

bis

zu

3196

00

MW

erre

ische

n

In

der

Spit

ze _

d . h .

bei

güns

t i g e

n

w e t t

erve

rhät

tnis

sen

und

eine

r

auf

die

Sich

erhe

itsr

eser

ve

redu

zier

ten

Leis

tung

der

konv

enti

one

len

Kraf

twer

ke _

wü r d

e n

b i s

zu

3196

00

MW

an

eLeK

tris

cher

Leis

tung

eing

espe

ist

—

das

ist

um

den

Fakt

or

3,76

Mat

mehr

als

die

8500

0 MW

an

ges i

cher

ter

Leis

tung

,

für

die

unse

r

stro

mver

sorg

ungs

sy st

em

ei ns

ch ʎi

eß ʎi

ch

der

Leit

ungs

netz

e

ausg

eleg

t

ist.

Ande

rs

ausg

edr^ü

ckt:

wo

heut

e

eine

Hoch

span

nung

stlei

tung

vert

äuft

,

dürrf

ten

es

bis

2050

vier

sein

'

Build

7.



Build

7:

wo

heut

e

nur

eine

Stro

mlei

tung

verl

äuft

,

könn

ten

es

in

eini

gen

Jahr

**z
e
h
n**

**t
e
n**

**v
i
e
r**

sein

Egal

ob

man

dies

en

Stro

m

jetz

t in

„Wun

ders

peic

her“

eint

ager

t,

die

i r g e

n d w e

l c h e

g r ü n

e n

G e n i

es

bis

dahi

n

noch

„mat

eben

schn

erl“

erfi

nden

müßs

en ,

oder

ob

man

vorh

at,

damı

t

die

Ener

giew

irts

chaf

t

dive

rser

Nach

bart

ände

r zu

begl

ü c k e

n :

D i e s

em

mass

iven

Über

ange

bot

wäre

unse

r

heut

iges

über

t r a g

u n g s

n e t z

n i c h

t i m

E n t f

ernt

este

n

gewa

chse

n.

Man

kann

grob

über

den

Daum

en

s ch ä

tzen

,

dass

unse

r

Netz

für

die

Bewä

rtig

ung

dies

er

Stro

mmen

gen

um

den

oben

erre

chne

ten

Fakt

or

erwe

iter

t

werd

en

müß

te.

Ausg

ehen

d

von

der

heut

igen

Läng

e

von

rund

3800

0 km

müßs

te

denn

ach

ein

Ausb

au

um

1049

00

km

auf

eine

Gesa

mtlä

ngge

von

1429

00

km

erfo

lggen



Bezū

glic

h

der

Kost

en

kann

man

in

erst

er

Nähe

rung

von

dem

aktu

ell

vera

nsch

l agt

en

Aufw

and

von

bis

zu

10

Mrd. .

€

für

die

rund

800

km

Lang

e

„Süd

Link

“

Tras

se

ausg

ehen

,

die

dere

inst

wind

stro

m

von

der

Nord

-

und

osts

ee

nach

Graf

enrh

ein f

eld

tran

s p o r

t i e r

e n

soll

■

Dabe

i

kann

dies

er

Ansa

tz

noch

als

kons

erva

tiv

eing

estu

ft

werd

en ,

wenn

man

sich

das

Ausm

aß

der

Kost

enüb

ersc

hrei

tung

en

ansi

ehrt,

die

bei

Groß

proj

ekte

n

wie

stut

tg ar

t

21,

der

Erlbp

hihl

armo

nie

oder

dem

BER -

FLUG

h a f e

n

d i e

Rege

l zu

sein

sche

**·
inen**

·

Rech

net

man

dies

en

wert

auf

die

gena

nnnte

n

1049

00

km

hoch

, so

Land

et

man

bei

Inve

stait

ions

kost

en

von

etwa

1311

Mrd.

€ —

nur

alle

in

für

den

bis

2050

vora

ussi

chtl

ich

erfo

rd er

lich

en

Ausb

au

des

Stro

mn et

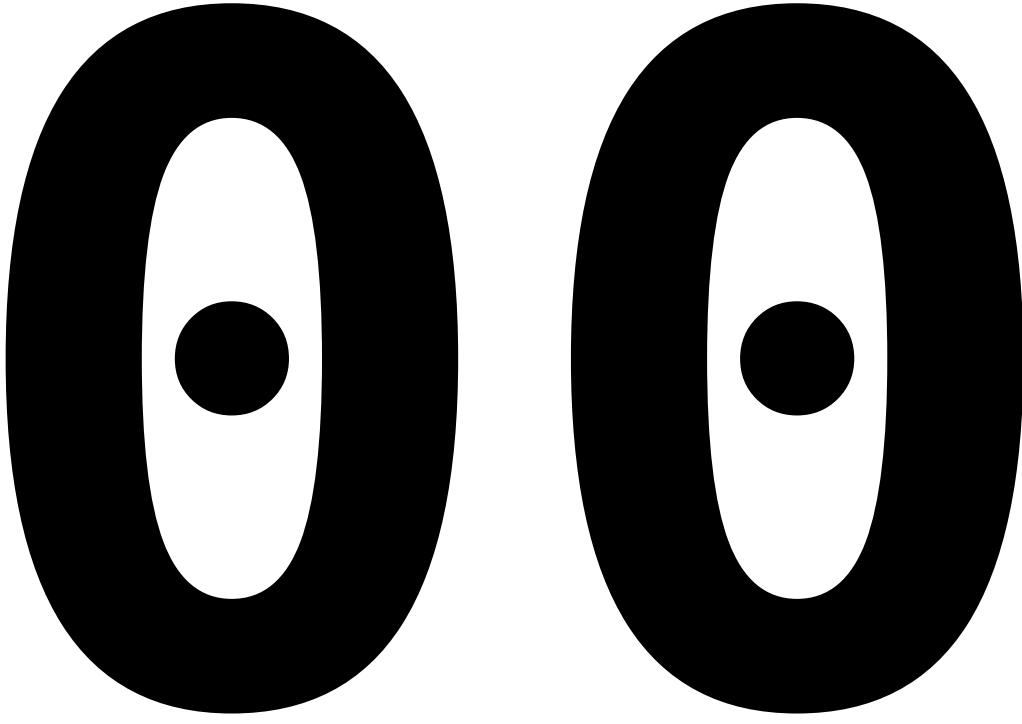
zes .

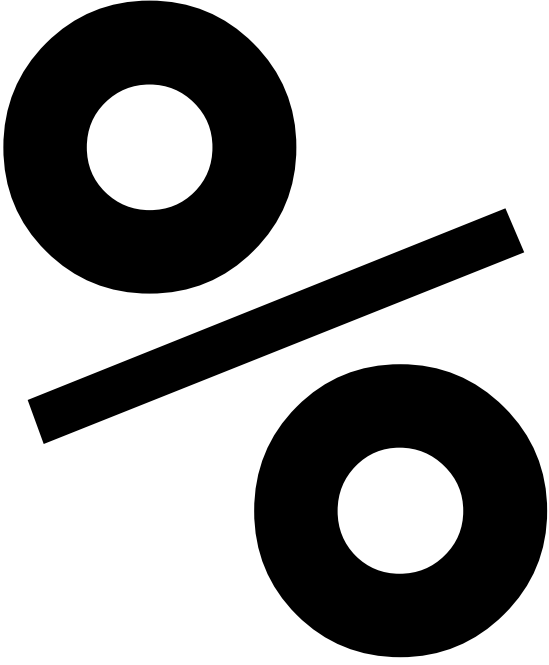
S **i**

nd

”

1





E

E



ta

ts

äc

ht

ic

h

ma

ch

ba

r?

E

i

ne

in

te

re

S S

an

te

F

r

ag

e

,

di

e

S

IT

ch

in

di

es

em

zu

Sa

mm mm

en

ha

ng

st

eil

U

t



is

七

di

e

na

ch

de

r

an

ge

bt

ic

h

mö

gt

ic

he

n

wo

U

U

we

rs

or

gu

ng

mi

七

E

E



S t

ro

m

,

e i

ne

PO

S

IT

七 立

on



di

e

wO

n

di

we

rs

en

po

in

七 立

sc

he

n

Kr

ä f

te

n

so

wi

e

wo

n

de

r

E

v

an

ge

in

sc

he

n

K

i

rc

he

we

rt

re

te

n

wi

rod



Au

ch

di

es

es

S

Z

en

ar

io

Laä

S S

七

S

IT

ch

am

Be

is

p

i

erl

de

S

De

ze

mb

er

S

20

50

du

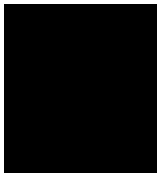
rc

hr

ec

hn

en



wo

ra

us

see

t

z

win

g

h

i

er

f ü

r

is

七

di

e

An

na

h m

e

,

da

S S

e i

n

ig

ru

ne

r “ ”

wu

nd

er

ef

fe

k

t



au

f

de

n

b

i

sh

er

no

ch

ke

in

In

ge

n

i

eu

r

ge

ko

mm mm

en

is

七

,

di

e

S t

ab

11

12

is

ie

ru

ng

de

S

Ne

t

z

es

au

ch

oh

ne

di

e

st

ü

t

z

f

win

k

t

io

n

ko

nv

en

七 立

on

erl

le

r

Kr

a f

t w

er

ke

be

wi

rk

en

wi

rod



Da

S

wo

m

üü

er

tr

ag

win

gs

ne

t

z

in

di

es

em

Fa

U

U

zu

be

wä

U

t

ig

en

de

Le

is

tu

ng

Sa

ng

eb

ot

wo

n

b

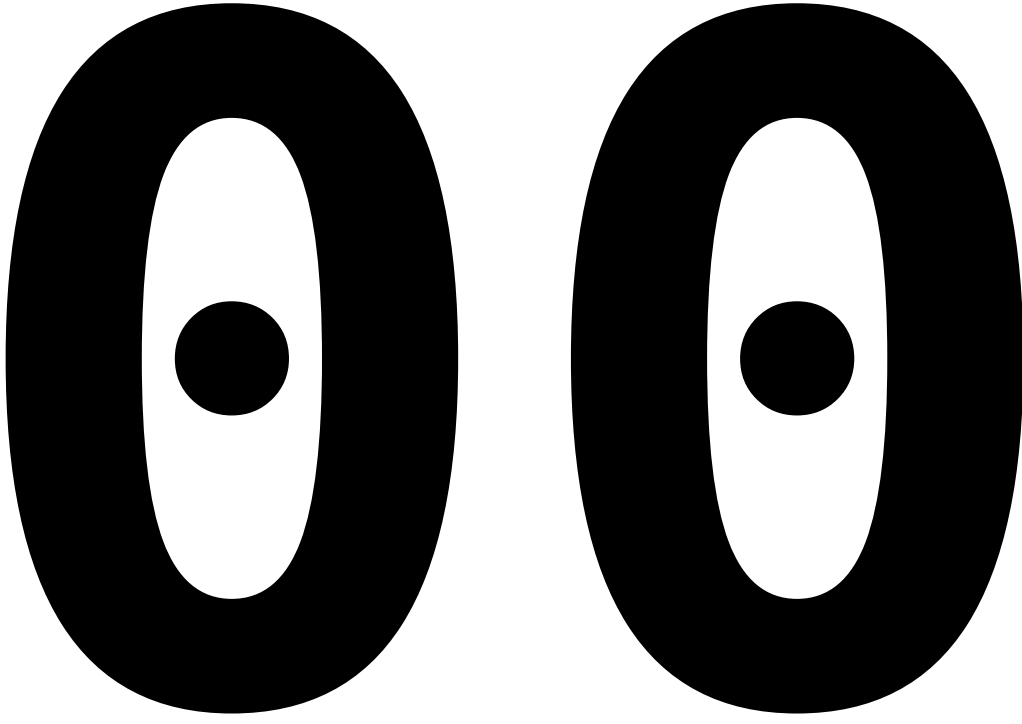
i

S

zu

37

60



MW

ze

ig

七

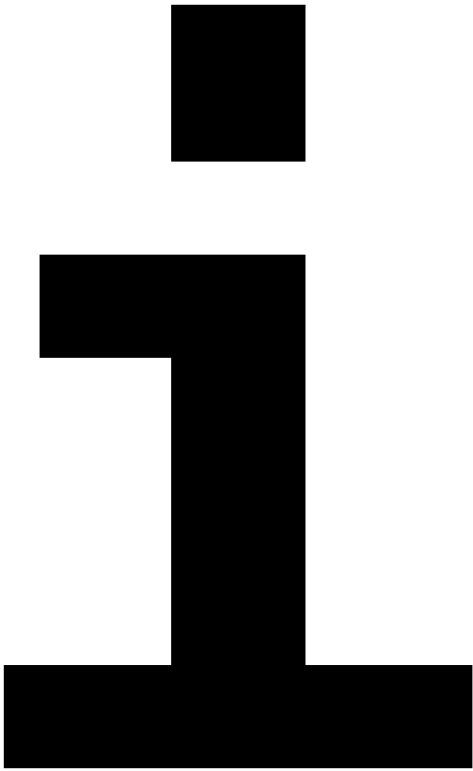
Bi

ud

8



Be



di

es

em

S

Z

en

ar

io

mü

S S

te

ma

n

di

e

Ne

t

z

e

um

de

n

Fa

k

t

or

4,

4

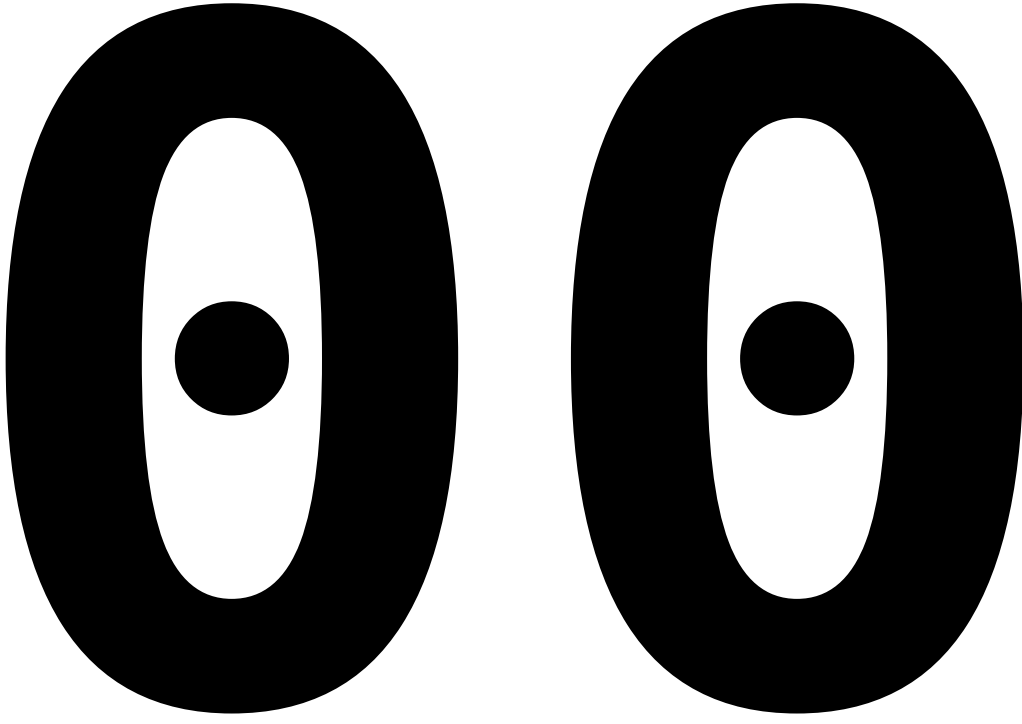
au

f

16

8

0



km

er

w e

立

止

er

n



Da

f ü

r

wä

re

n

16

25

Mr

d.



au

f

z

wb

ri

ng

en



