

Emission fra kraftværker 1990-2000

Det samlede energiforbrug på kraftværkerne er faldet fra 387 Peta Joule (PJ) i 1999 til 354 PJ i 2000. Samtidig er udviklingen mod større anvendelse af naturgas på bekostning af kul og olie fortsat. Det har været medvirkende til at såvel den faktiske som den korrigerede emission af CO₂, SO₂ og NO_x er faldet fra 1999 til 2000.

Emission fra kraftværker er en opgørelse af kraftværkernes emission af kuldioxid (CO₂), svovldioxid (SO₂) samt kvælstofoxider (NO_x) i forbindelse med produktion af el og fjernvarme. Den faktiske emission korrigeres for nettoeksport af el, såder kan sammenlignes over tid uafhængigt af eksport af el.

1. Indledning

Emission fra kraftværker

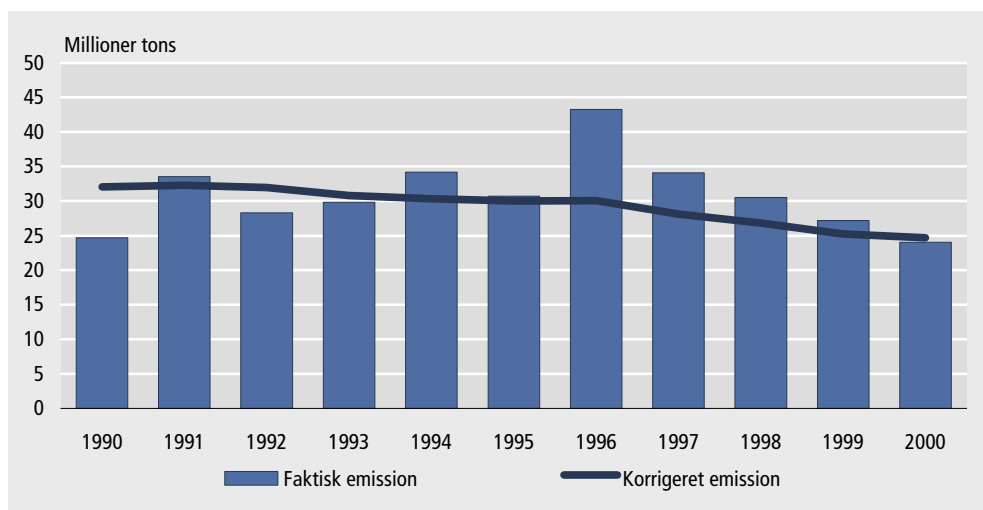
Emission fra kraftværker består af en række stoffer med forskellige miljømæssige effekter. I denne statistik opgøres emission af kuldioxid (CO₂), svovldioxid (SO₂) og kvælstofoxider (NO_x).

2. Emission fra kraftværker

Fald i CO₂-emission

Den faktiske emission af CO₂ faldt fra 27,2 mio. tons i 1999 til 24,0 mio. tons i 2000, mens den korrigerede emission af CO₂ faldt fra 25,3 mio. tons til 24,7 mio. tons. Faldet skyldes primært omlægning af energiforbruget fra kul til naturgas samt energieffektiviseringer i form af eksempelvis øget samproduktion af el og fjernvarme.

Figur 1. CO₂-emission fra kraftværker, faktisk og korrigeret



Kilde: Energistyrelsen.



Den korrigerede emission har, bortset fra en mindre stigning i 1996, været faldende siden 1991. Den faktiske emission af CO₂ har været mere varierende, hvilket især afspejler den varierende import og eksport af el.

Årsager til udviklingen i CO₂-emission

Kraftværkernes CO₂-emission afhænger af den mængde el og varme som produceres. Produktionen og dermed emission af CO₂ afhænger af handelen af el med udlandet samt det danske forbrug af el og varme. S sammensætningen af de indfyrede brændsler og energieffektiviseringer har også betydning for emission af CO₂, da de enkelte brændsler bidrager forskelligt til emission af CO₂.

Faktisk og korrigeret emission

Der skelnes mellem faktisk og korrigeret emission. Den faktiske emission udtrykker den emission, der er forbundet med den danske *produktion* af el og varme, mens den korrigerede emission svarer til den emission, som er forbundet med det danske *forbrug* af el og varme.

Nettoeksport af el

Det er derfor nødvendigt, at tage højde for im- og eksporten af el. Ved nettoeksport af el beregnes den korrigerede emission som den faktisk producerede emission fratrasket den emission, som stammer fra den nettoeksporterede elmængde.

Nettoimport af el

Ved nettoimport af el beregnes den korrigerede emission som den faktisk producerede emission tillagt den emission, som stammer fra den nettoimporterede elmængde. Dette sker, selv om emissionen finder sted i udlandet, eller slet ikke eksisterer, fordi den importerede el er baseret på fx vand- eller atomkraft.

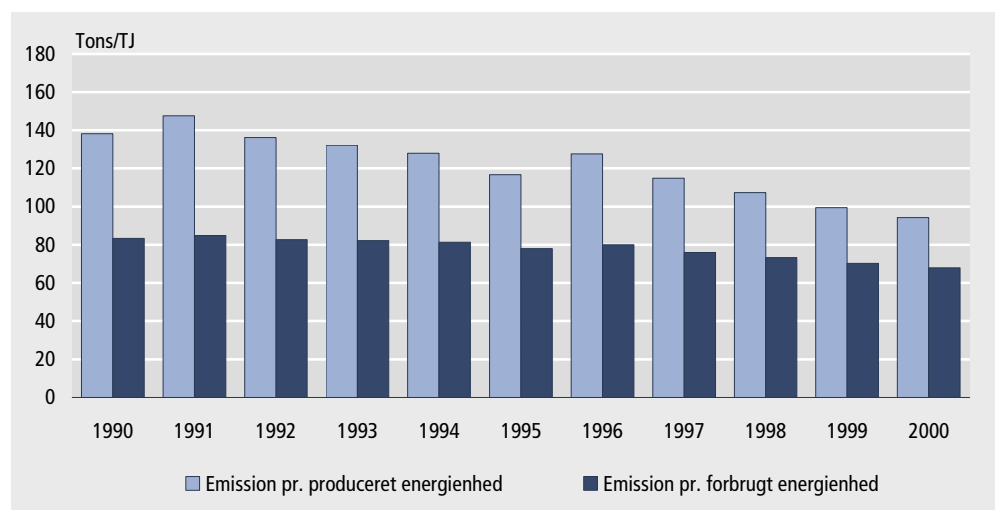
Når den korrigerede emission er større end den faktiske emission skyldes det således *nettoimport* af el, mens *nettoeksport* af el medfører, at den korrigerede emission bliver mindre end den faktiske emission.

CO₂-emission pr. forbrugt/produceret energienhed

CO₂-emission pr. forbrugt energienhed har generelt været faldende (figur 2). Fra 1990 til 2000 er den samlede CO₂-emission pr. tera joule faldet 18 pct.

CO₂-emission pr. produceret energienhed er faldet 32 pct. i perioden 1990-2000. Emission i forhold til produceret enhed er faldet mere end pr. forbrugt enhed. Det er således blevet muligt at producere el og fjernvarme med en mindre emission af CO₂, hvilket afspejler effektivitetsstigninger i den danske el- og fjernvarmeproduktionen.

Figur 2. Faktisk CO₂-emission pr. produceret og forbrugt energienhed på kraftværker

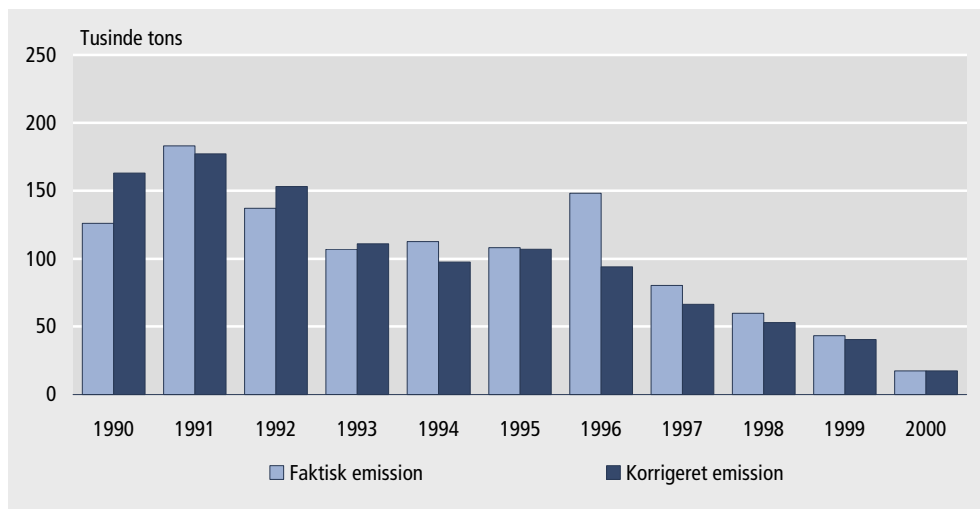


Kilde: Energistyrelsen.

Faldende SO₂-emission

Den faktiske emission af SO₂ har i perioden 1990-2000 varieret i takt med nettoeksporten af el. Dette ses bedst i 1996, hvor den faktiske emission af SO₂ er betragteligt højere end den korrigerede. Den korrigerede emission af SO₂ er faldet 90 pct. fra 1990-2000.

Figur 3. SO₂-emission fra kraftværker, faktisk og korrigeret for nettoeksport af el



Kilde: Energistyrelsen.

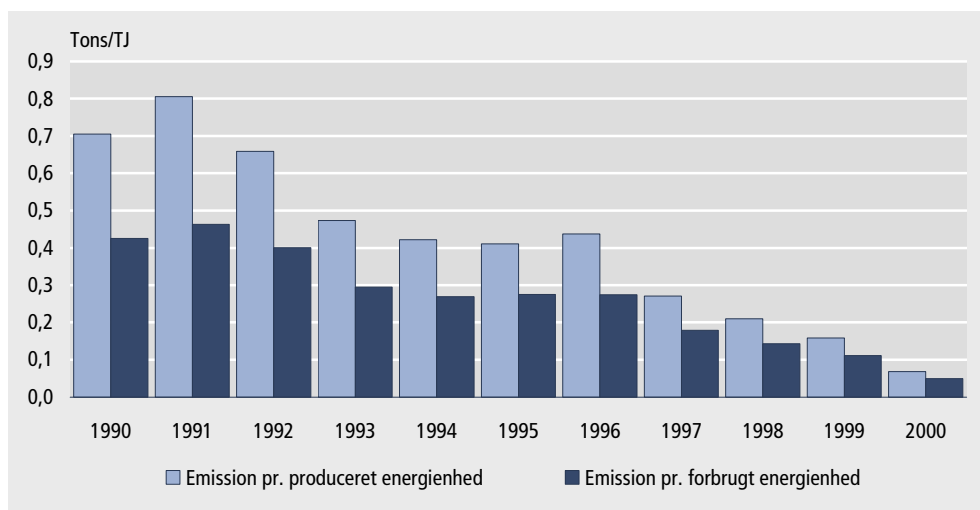
SO₂-emission pr. produceret energienhed

Emission af SO₂ pr. produceret enhed har været kraftigt faldende for perioden 1990-2000, dog undtagen 1991 og 1996, hvor der på grund af eleksport var stigninger. Fra 1990-2000 er emission af SO₂ pr. produceret energienhed faldet 90 pct.

SO₂-emission pr. forbrugt energienhed

Emission af SO₂ pr. forbrugt TJ har også vist udsving. Fra 1990-2000 er emission af SO₂ pr. forbrugt enhed dog faldet 88 pct.

Figur 4. Faktisk SO₂-emission pr. produceret og forbrugt energienhed på kraftværker



Kilde: Energistyrelsen.

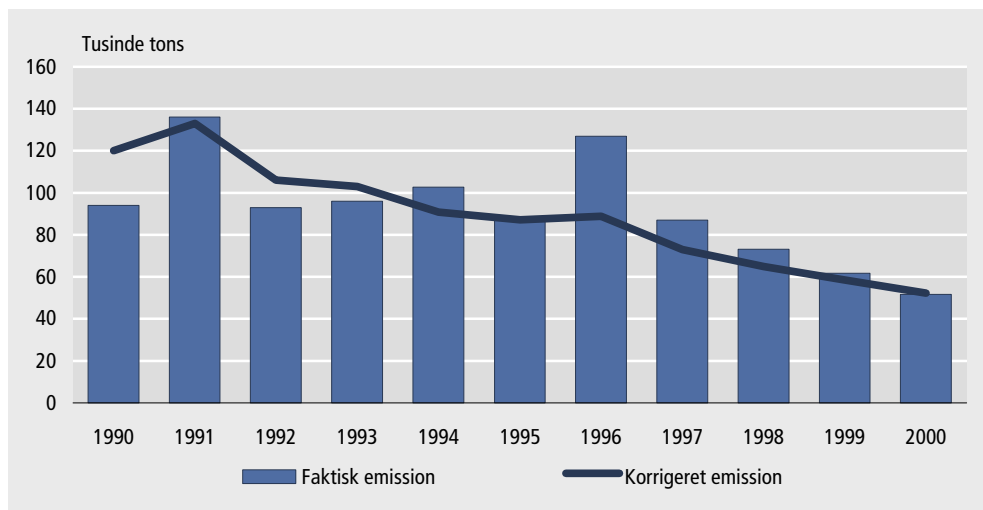
Årsager til faldende SO₂-emission

Emission af SO₂ hænger tæt sammen med afbrænding af især olie og kul, hvorimod afbrænding af naturgas kun er forbundet med en forholdsvis lille SO₂-emission. Den øgede anvendelse af naturgas har altså medvirket til faldet. En anden årsag til faldet er anvendelsen af svovlanlæg. Det ses af figur 4, at SO₂-emission pr. anvendt energi også er faldet i perioden.

*Faldende
emission af NO_x*

Den faktiske emission af NO_x har i perioden fra 1990-2000 også varieret i takt med nettoelekspoten. Korrigeres der for elekspoten så er tendensen, at der har været et fald. Den korrigerede emission af NO_x er faldet med 57 pct. fra 1990-2000.

Figur 5. NO_x-emission fra kraftværker, faktisk og korrigeret for nettoeksport af el



Kilde: Energistyrelsen.

*NO_x-emission pr.
produceret energienhed*

Emission af NO_x pr. produceret enhed har været faldende for perioden 1990-2000, dog undtagen 1991 og 1996, hvor der på grund af elekspot er stigninger. Fra 1990 til 2000 er emission af NO_x pr. produceret energienhed faldet 62 pct.

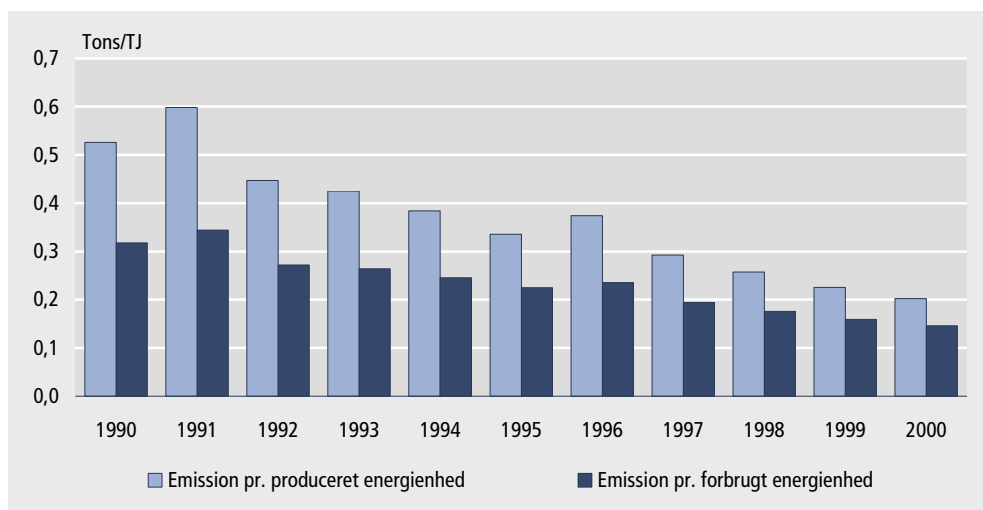
*NO_x-emission pr.
forbrugt energienhed*

Emission af NO_x pr. forbrugt TJ har også vist udsving. Fra 1990 til 2000 er emission af NO_x pr. forbrugt enhed dog faldet 53 pct.

*Årsager til faldende
NO_x-emission*

Reduktionen i emissionen skyldes primært anvendelse af NO_x-begrænsende foranstaltninger bl.a. i form af lav-NO_x brændere.

Figur 6. Faktisk NO_x-emission pr. produceret og forbrugt energienhed på kraftværker



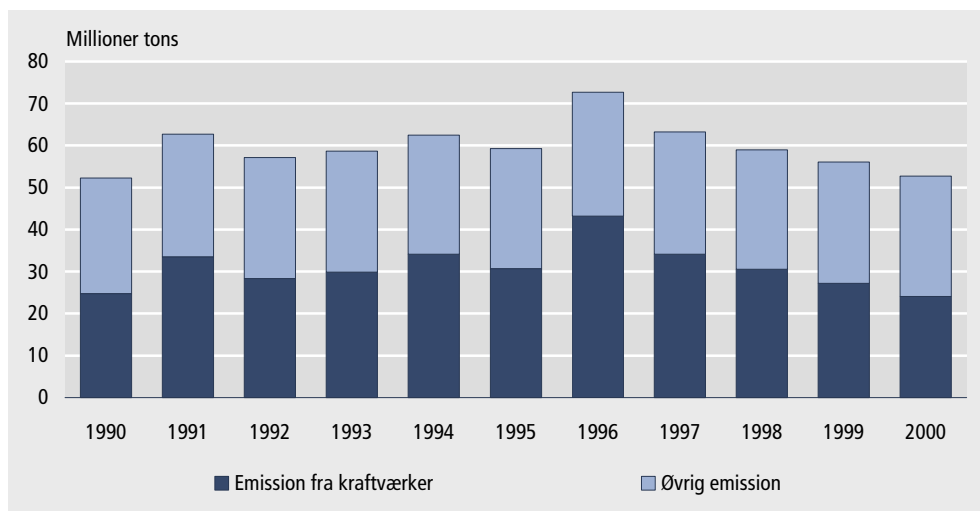
Kilde: Energistyrelsen.

3. De samlede emissioner

Kraftværkernes andel af CO₂-emission

Kraftværkernes andel af den samlede CO₂-emission fra al energianvendelse har i perioden 1989-1998 varieret med især mængden af eksport. Af figur 7 ses, at omkring halvdelen af den samlede CO₂-emission stammer fra de centrale kraftværker. I 1990 udgjorde CO₂-emission fra kraftværker 47 pct. af CO₂-emission fra al energianvendelse. I 2000 er andelen 49 pct.

Figur 7. Emission af CO₂ fra kraftværker i forhold til den samlede CO₂-emission

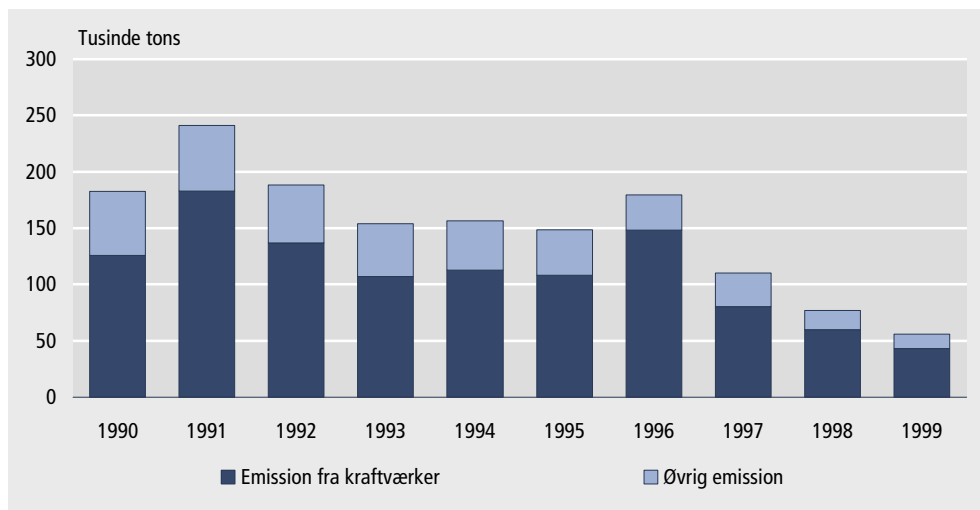


Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser og Energistyrelsen.

Kraftværkernes andel af SO₂-emission

Figur 8 viser kraftværkernes andel af den samlede SO₂-emission. Denne del udgjorde 69 pct. i 1990 og 77 pct. i 2000. I perioden 1990-2000 varierede kraftværkernes andel af den samlede SO₂-emission med 69-83 pct., størst i 1996, hvor der er en stor eksport af el.

Figur 8. Emission af SO₂ fra kraftværker i forhold til den samlede SO₂-emission

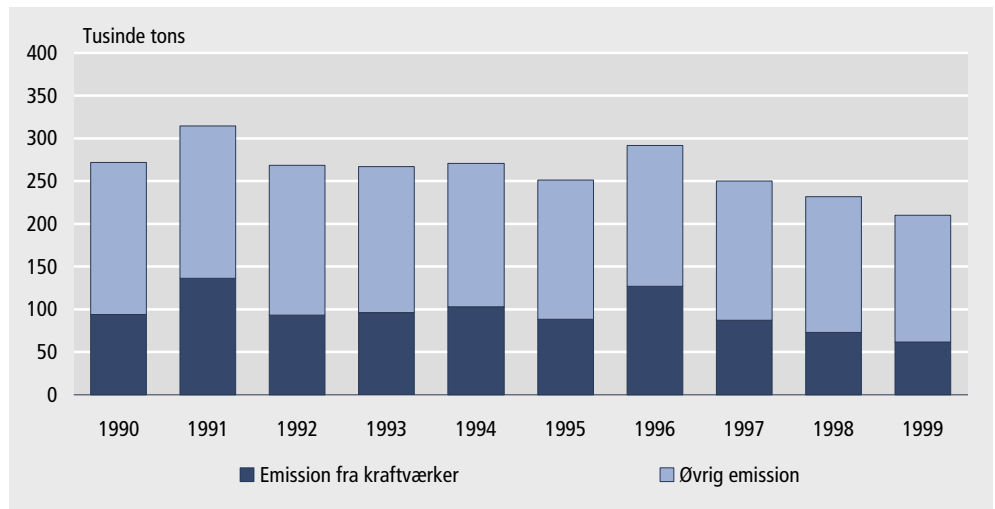


Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser og Energistyrelsen.

Kraftværkernes andel af NO_x-emission

Kraftværkernes andel af NO_x-emission har i hele perioden ligget mellem 29 og 43 pct. (figur 9). Effekten af eleksport afspejles også her, ved især 1991 og 1996 hvor der var store ændringer i udenrigshandlen med el og hvor kraftværkernes andel af NO_x-emission steg.

Figur 9. Emission af NO_x fra kraftværker i forhold til den samlede NO_x-emission



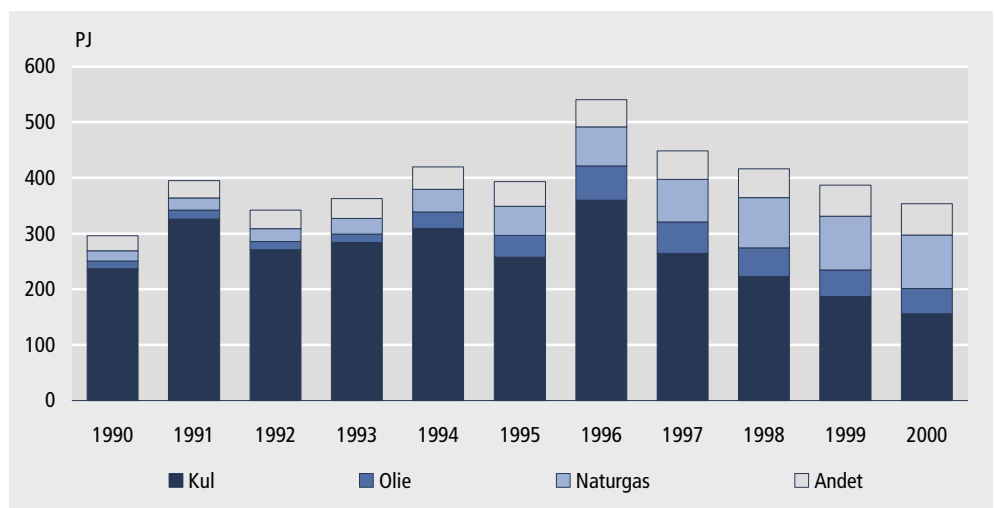
Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser og Energistyrelsen.

4. Forbrug og produktion af energi

Faldende energiforbrug

Emission fra kraftværker afhænger af deres energiforbrug, som igen er bestemt af efterspørgslen efter el og varme. Variationen i kraftværkernes energiforbrug skyldes blandt andet konjunkturer, klimatiske forhold samt eksporten af el.

Figur 10. Kraftværkernes energiforbrug fordelt på brændselstype



Anm. Andet omfatter vedvarende energi mv. og el.

Kilde: Energistyrelsen.

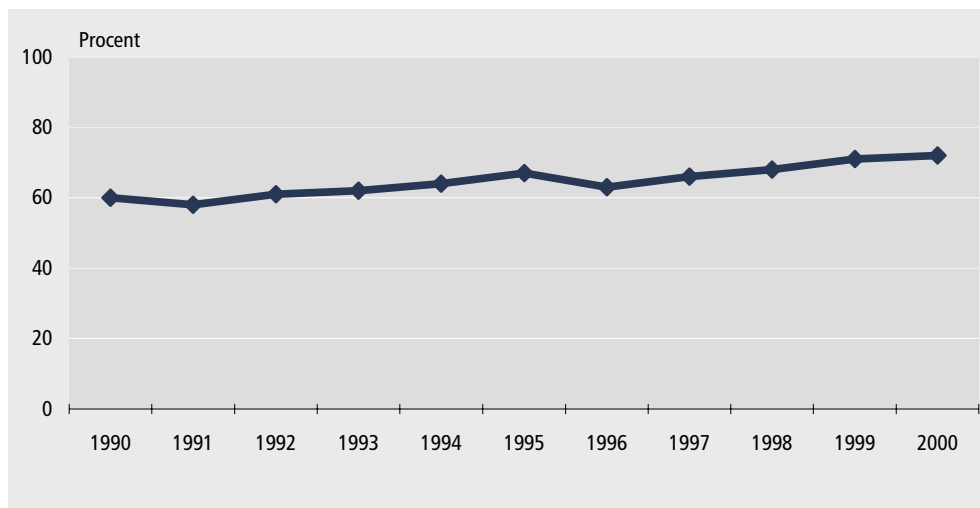
Faldende energiproduktion

Det faldende energiforbrug på kraftværkerne skyldes, at der i perioden er sket et fald i el- og varmeproduktionen. Elproduktionen afspejler ikke kun den danske efterspørgsel, men er også styret af udenrigshandlen med el (tabel 5). Der var især i 1996 et relativt højt energiforbrug på kraftværkerne, hvilket afspejler et relativt stort kulforbrug (figur 10). Dette hænger sammen med den store nettoeksport af el. Modsat har energiforbruget været relativt mindre i årene med nettoimport af el. I perioden 1990-2000 er kraftværkernes energiforbrug faldet 34 pct.

**Brændsels-
sammensætning**

Kul er kraftværkernes mest anvendte brændsel og udgør i 2000 44 pct. af disses samlede energiforbrug, men siden 1990 er naturgas anvendt i stigende grad. Naturgas udgør i 2000 27 pct. af kraftværkernes samlede energiforbrug. En stigende del af brændselsforbruget dækkes af andet brændsel (vedvarende energi mv.), som primært er halm og affald (tabel 2).

Figur 11. Samlet virkningsgrad ved produktion af el og varme



Anm. Ved virkningsgrad forstås, hvor meget energi der kommer ud af et givet energiinput.
Kilde: Energistyrelsen.

**Højere
energieffektivitet**

Energieffektiviteten er steget på kraftværkerne og det betyder, at man får mere el og fjernvarme ud af den samme mængde indfyret energi. Den samlede virkningsgrad er steget fra 60 pct. i 1990 til 72 pct. i 2000. Forklaringen på den stigende effektivitet er især, at en stigende andel af elektriciteten produceres sammen med varme. Kraftvarmeproduktionen er langt mere energieffektiv end isoleret elproduktion.

**Eksport af el påvirker
virkningsgraden**

I 1991 og 1996 faldt virkningsgraden, hvilket hænger sammen med nettoeksporten af el. Den øgede elproduktion medførte, at gamle og mindre energieffektive produktionsanlæg blev anvendt i større omfang.

5. Kilder, metoder og definitioner

Kilder

Statistikken over emissioner fra kraftværker er udarbejdet på baggrund af oplysninger fra Energistyrelsen og emissionsberegninger foretaget af Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) på basis af indberetninger fra elskaberne. Emissionerne beregnes ud fra en række forudsætninger og er behæftede med væsentlig usikkerhed. De anvendte emissionstal revideres løbende hos DMU, hvorfor afvigelser i forhold til tidligere offentliggørelser kan forekomme.

Afgrænsning

Opgørelsen dækker emissioner fra el- og kraftvarmeverker, fjernvarmeverker samt private producenter af el og varme.

**Emissioner fra al
energianvendelse**

Emissioner fra al energianvendelse, se tabel 4, dækker foruden emissioner fra kraftværker også emission fra industri og vejtransport.

Metoder

Emission af CO₂ for kraftværkerne er beregnet ud fra oplysninger om energiforbrug opdelt efter brændselstype. Den beregnede emission opgøres som den indfyrede brændselsmængde multipliceret med en emissionsfaktor, der angiver CO₂-udledningen i kg pr. indfyret brændselsmængde.

Emission af SO₂ og NO_x fra kraftværkerne bestemmes ved en kombination af beregninger og direkte målinger. På de største værker er der installeret måleudstyr,

der måler røggassens indhold af SO₂ og NO_x. På de værker, hvor en sådan direkte måling ikke foretages, beregnes SO₂-emission på basis af målinger af svovlindholdet i den anvendte type kul. NO_x-emission for værker uden direkte måling beregnes derimod ud fra gennemsnitlige emissionsfaktorer. Opgørelsen af NO_x-emission er derfor forbundet med større usikkerhed end opgørelsen af SO₂-emission. For perioden før 1994 er den andel af emission af SO₂ og NO_x, som stammer fra ikke centrale værker skønnet.

Brændværdi Ved omregning fra fysiske mængder til gigajoule anvendes brændværdier, der udtrykker den varme, en enhed af den pågældende energiart afgiver ved forbrænding. Den anvendte grundenhed er joule. 1 PJ (peta joule) = 10¹⁵ J, og 1 TJ (tera joule) = 10¹² J. 1 PJ svarer til 25.000 tons fuelolieækvivalenter.

6. Yderligere oplysninger

Mere information Oplysninger om kraftværkernes emissioner offentliggøres ikke mere detaljeret af Danmarks Statistik.

Energistyrelsen og Dansk Energi offentliggør årligt statistik, der bl.a. belyser kraftværkernes energiforbrug og -produktion samt emissioner.

Henvendelse Agnes Nansen Urup, tlf. 39 17 31 83, anu@dst.dk

En tilsvarende opgørelse for 1990-1999 er offentliggjort i *Miljø og Energi 2000:23* (Statistiske Efterretninger).

Tabel 1. Beregnede gennemsnitlige emissionskoefficienter for kraftværkerne i emission pr. forbrugt energienhed

	CO ₂	SO ₂	NO _x
1990	83,5	0,43	0,32
1991	84,9	0,46	0,34
1992	82,8	0,40	0,27
1993	82,2	0,29	0,26
1994	81,4	0,27	0,24
1995	78,1	0,28	0,22
1996	80,0	0,27	0,23
1997	76,1	0,18	0,19
1998	73,3	0,14	0,18
1999	70,3	0,11	0,16
2000	67,9	0,05	0,15

Tabel 2. Kraftværkernes energiforbrug til el- og fjernvarmeproduktion

	Kul	Olie ¹	Naturgas	Andet ²	I alt	Kul	Olie	Naturgas	Andet	I alt
	PJ					pct.				
1990	237	14	18	27	296	80	5	6	9	100
1991	326	16	22	31	395	83	4	6	8	100
1992	271	15	23	33	342	79	4	7	10	100
1993	284	15	28	36	363	78	4	8	10	100
1994	309	30	41	40	419	74	7	10	9	100
1995	258	39	52	44	393	66	10	13	11	100
1996	360	61	70	49	540	67	11	13	9	100
1997	265	56	77	51	449	59	13	17	11	100
1998	223	52	90	52	417	53	12	22	13	100
1999	187	48	96	56	387	48	12	25	14	100
2000	156	45	97	56	354	44	13	27	16	100

¹ Indeholder også orimulsion

Kilde: Energistyrelsen

² Omfatter vedvarende energi, el mv.**Tabel 3. Emissioner fra kraftværkerne, faktisk og korigeret for nettoeksport af el**

	Faktisk			Korrigeret for nettoeksport		
	CO ₂	SO ₂	NO _x	CO ₂	SO ₂	NO _x
	1.000 tons					
1990	24 704	126	94	32 072	163	120
1991	33 524	183	136	32 290	177	133
1992	28 308	137	93	31 942	153	106
1993	29 845	107	96	30 790	111	103
1994	34 165	113	103	30 361	98	91
1995	30 694	108	88	30 004	107	87
1996	43 230	148	127	30 078	94	89
1997	34 111	80	87	28 116	66	73
1998	30 520	60	73	26 804	53	65
1999	27 186	43	62	25 268	40	58
2000	24 031	17	51	24 690	17	52

Kilde: Energistyrelsen

Tabel 4. Totale emissioner fra al energianvendelse samt kraftværkernes andel af de samlede emissioner. Ikke korrigeret for nettoeksport af el

	Emissioner i alt			Kraftværkernes andel af emissionerne		
	CO ₂	SO ₂	NO _x	CO ₂	SO ₂	NO _x
	1.000 tons			pct.		
1990	52 244	183	272	47	69	35
1991	62 625	241	315	54	76	43
1992	57 116	188	268	50	73	35
1993	58 617	154	267	51	69	36
1994	62 402	156	271	55	72	38
1995	59 271	149	251	52	73	35
1996	72 669	180	292	59	83	43
1997	63 224	110	250	54	73	35
1998	58 935	77	232	52	78	32
1999	56 042	56	210	49	77	29

Kilde: Danmarks Miljøundersøgelser og Energistyrelsen

Tabel 5. Kraftværkernes netto el- og varmeproduktion samt nettoeksporten af el

	Produktion af el	Produktion af varme	Energiproduktion i alt	Nettoeksport af el	Den danske elforsyning ¹
	PJ				
1990	87	92	179	-25	112
1991	123	105	227	7	116
1992	104	105	208	-13	117
1993	115	111	226	-4	119
1994	140	127	267	17	123
1995	128	135	263	3	125
1996	188	150	339	55	133
1997	152	144	297	26	126
1998	138	147	284	16	122
1999	129	144	273	8	121
2000	114	141	255	-2	117

¹ Produktionen af el er fratrukket nettoeksporten af el

Tabel 6. Faktisk og korregeret CO₂-emission fra kraftværkerne fordelt på værktpe

	Faktisk					Korregeret				
	1996	1997	1998	1999	2000	1996	1997	1998	1999	2000
	1.000 tons									
Emission i alt	43 230	34 111	30 520	27 186	24 031	30 078	28 116	26 804	25 268	24 690
Elproduktion	37 925	29 250	25 709	22 725	19 822	24 773	23 255	21 994	20 808	20 481
Fjernvarmeproduktion	4 530	4 037	4 043	3 749	3 416	4 530	4 037	4 043	3 749	3 416
Andet ¹	775	824	768	712	793	775	824	768	712	793
Centrale anlæg	38 632	29 416	25 535	22 263	19 154	25 480	23 421	21 819	20 346	19 813
Elproduktion	35 494	26 569	22 718	19 637	16 805	22 342	20 574	19 003	17 720	17 464
Fjernvarmeproduktion	3 138	2 847	2 816	2 626	2 349	3 138	2 847	2 816	2 626	2 349
Decentrale kraftvarmeanlæg	2 369	2 587	2 813	2 850	2 765	2 369	2 587	2 813	2 850	2 765
Elproduktion	1 774	1 948	2 117	2 141	2 082	1 774	1 948	2 117	2 141	2 082
Fjernvarmeproduktion	594	639	695	708	683	594	639	695	708	683
Øvrige	1 455	1 284	1 405	1 361	1 319	1 455	1 284	1 405	1 361	1 319
Elproduktion	657	733	874	946	935	657	733	874	946	935
Fjernvarmeproduktion	798	551	531	414	384	798	551	531	414	384

¹ Denne emission henføres til, at der i nogle virksomheder også indirekte produceres varme i forbindelse med produktion. Denne varmeproduktion har også en tilknyttet emission af CO₂.

Kilde: Energistyrelsen

Tabel 7. Faktisk og korrigeret SO₂-emission fra kraftværkerne fordelt på værktype

	Faktisk					Korrigeret				
	1996	1997	1998	1999	2000	1996	1997	1998	1999	2000
	1.000 tons									
Emission i alt	148	80	60	43	17	94	66	53	40	17
Elproduktion	132	67	48	34	11	78	53	41	31	11
Fjernvarmeproduktion	13	10	9	7	4	13	10	9	7	4
Andet ¹	3	3	3	2	2	3	3	3	2	2
Centrale anlæg	138	71	51	35	9	84	57	44	32	9
Elproduktion	130	64	46	31	8	76	50	39	28	8
Fjernvarmeproduktion	8	6	5	4	1	8	6	5	4	1
Decentrale kraftvarmeanlæg	2	2	2	2	1	2	2	2	2	1
Elproduktion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fjernvarmeproduktion	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
Øvrige	5	5	5	5	4	5	5	5	5	4
Elproduktion	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Fjernvarmeproduktion	4	3	3	3	3	4	3	3	3	3

¹ Denne emission henføres til, at der i nogle virksomheder også indirekte produceres varme i forbindelse med produktion. Denne varmeproduktion har også en tilknyttet emission af SO₂.

Kilde: Energistyrelsen

Tabel 8. Faktisk og korrigeret NO_x-emission fra kraftværkerne fordelt på værktype

	Faktisk					Korrigeret				
	1996	1997	1998	1999	2000	1996	1997	1998	1999	2000
	1.000 tons									
Emission i alt	127	87	73	62	51	89	73	65	58	52
Elproduktion	109	71	57	47	38	71	57	49	44	39
Fjernvarmeproduktion	15	13	13	12	11	15	13	13	12	11
Andet ¹	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Centrale anlæg	107	67	51	39	30	69	53	43	36	31
Elproduktion	100	60	45	34	26	62	46	37	31	27
Fjernvarmeproduktion	8	6	6	5	4	8	6	6	5	4
Decentrale kraftvarmeanlæg	9	9	10	11	10	9	9	10	11	10
Elproduktion	6	7	8	8	8	6	7	8	8	8
Fjernvarmeproduktion	2	3	3	3	3	2	3	3	3	3
Øvrige	8	8	8	9	8	8	8	8	9	8
Elproduktion	3	3	4	4	4	3	3	4	4	4
Fjernvarmeproduktion	5	4	4	4	4	5	4	4	4	4

¹ Denne emission henføres til, at der i nogle virksomheder også indirekte produceres varme i forbindelse med produktion. Denne varmeproduktion har også en tilknyttet emission af NO_x.

Kilde: Energistyrelsen