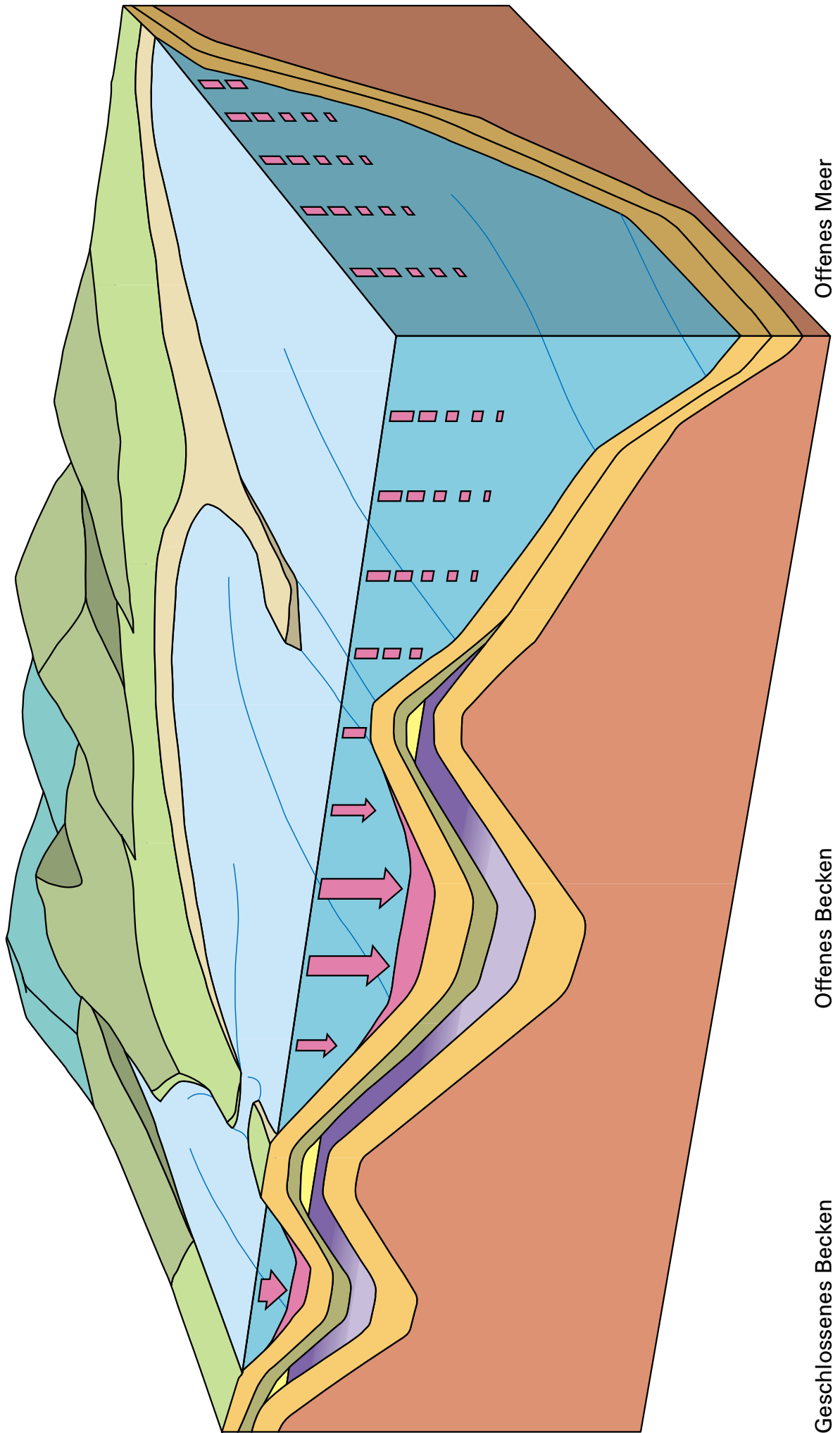
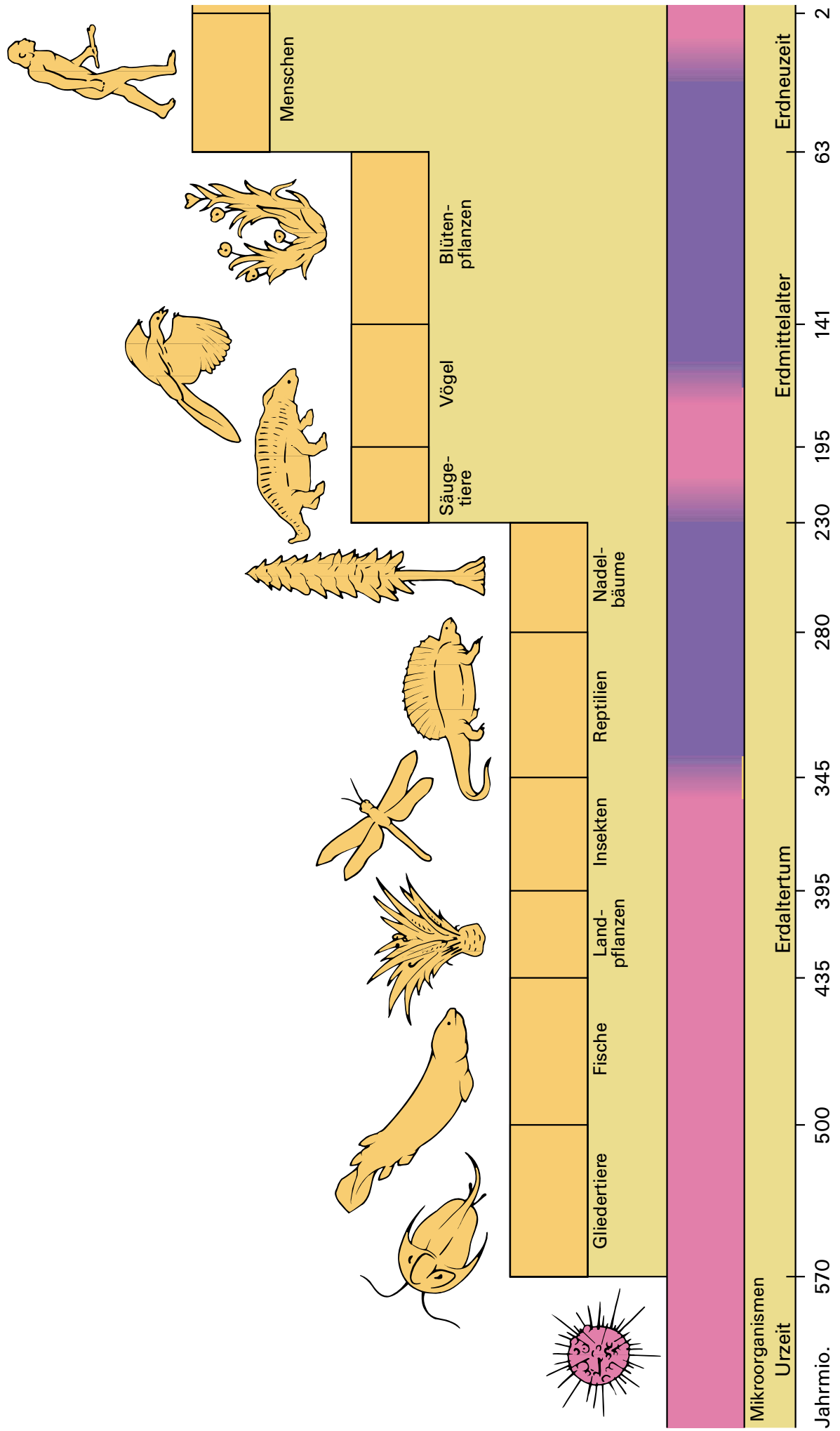


Ablagerung von Mikroorganismen

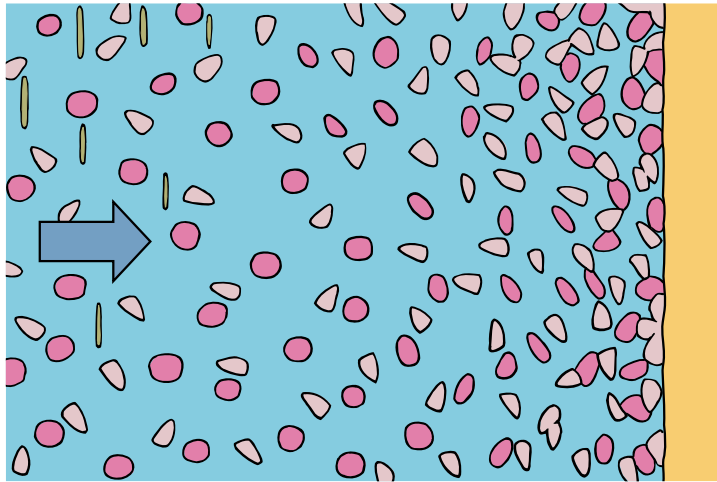


Perioden der Erdölbildung



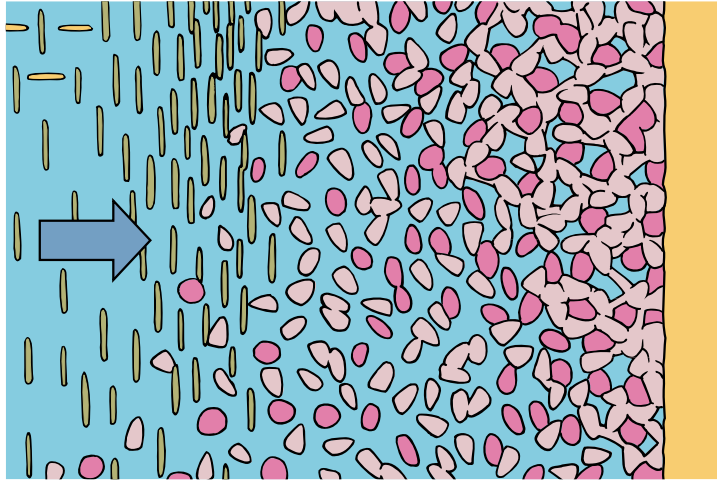
Einschluss abgestorbener Organismen in Sedimenten

Mikroorganismen und anorganisches Material setzen sich als Schlammschicht ab.



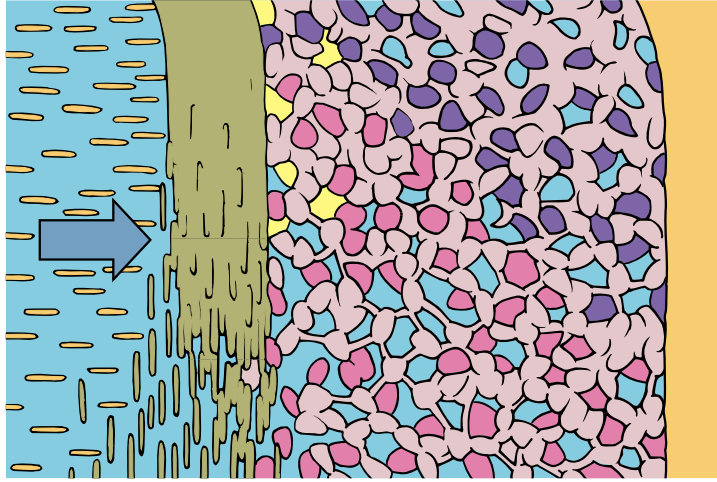
Gestoppter Fäulnisprozess wegen Sauerstoffmangels

Überlagerung mit wasserundurchlässigem Material (z.B. Ton)



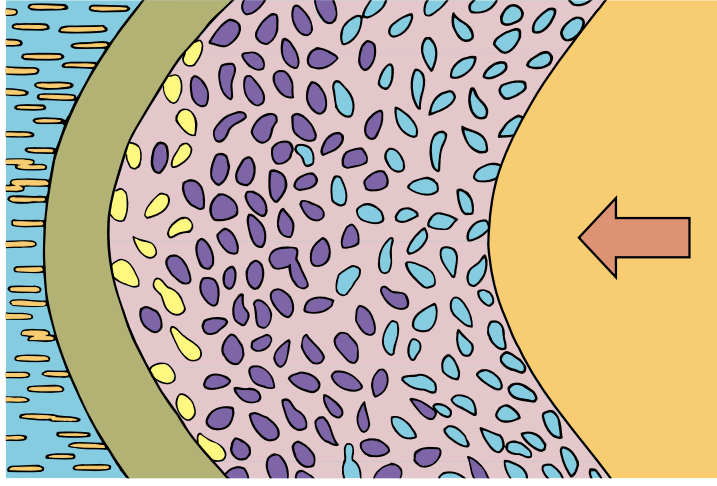
Umwandlung durch anaerobe Bakterien

Verfestigung der Sedimentschichten



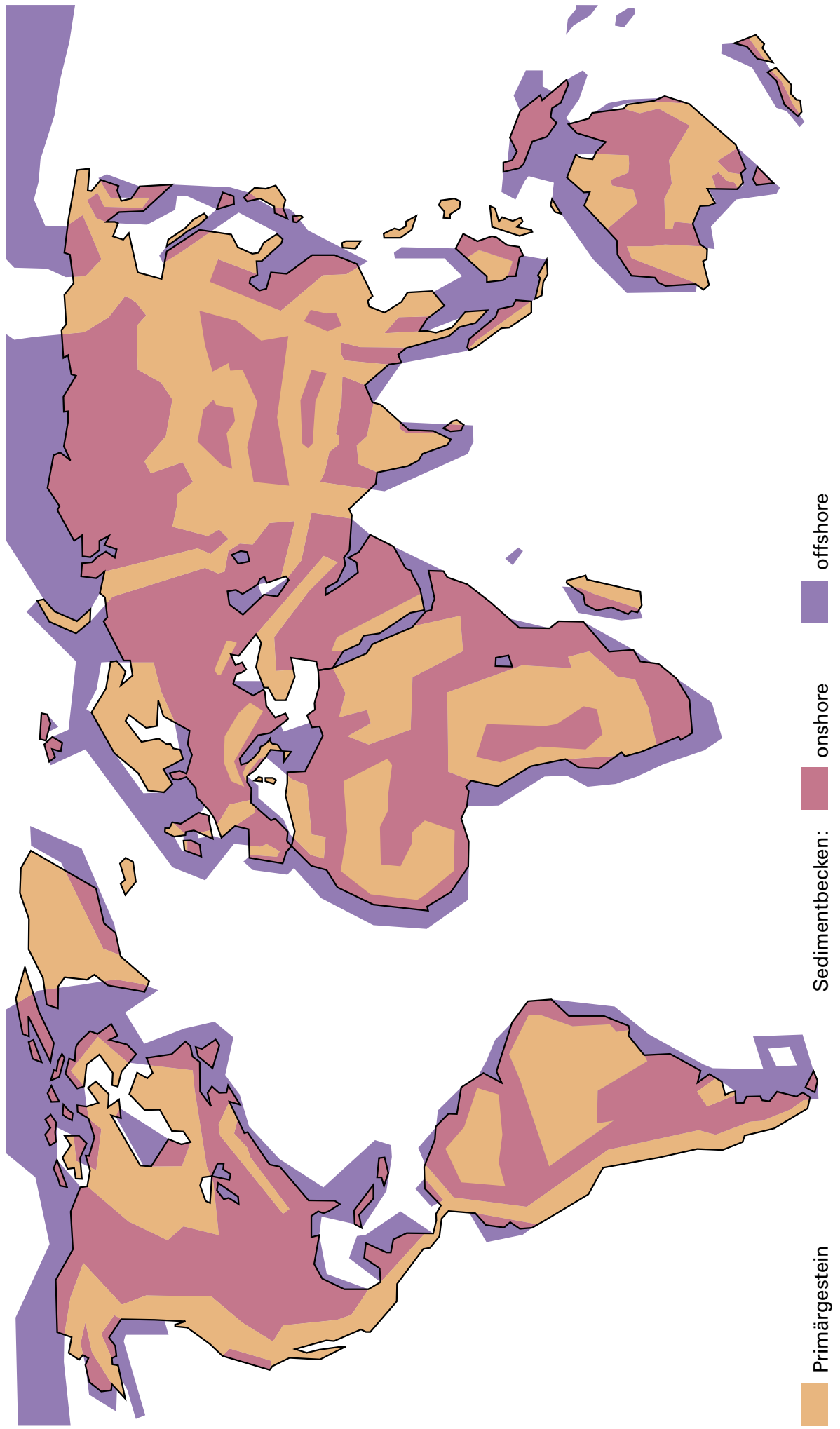
Weitere Umwandlung durch Druck und erhöhte Temperatur

Faltung der Sedimentschichten

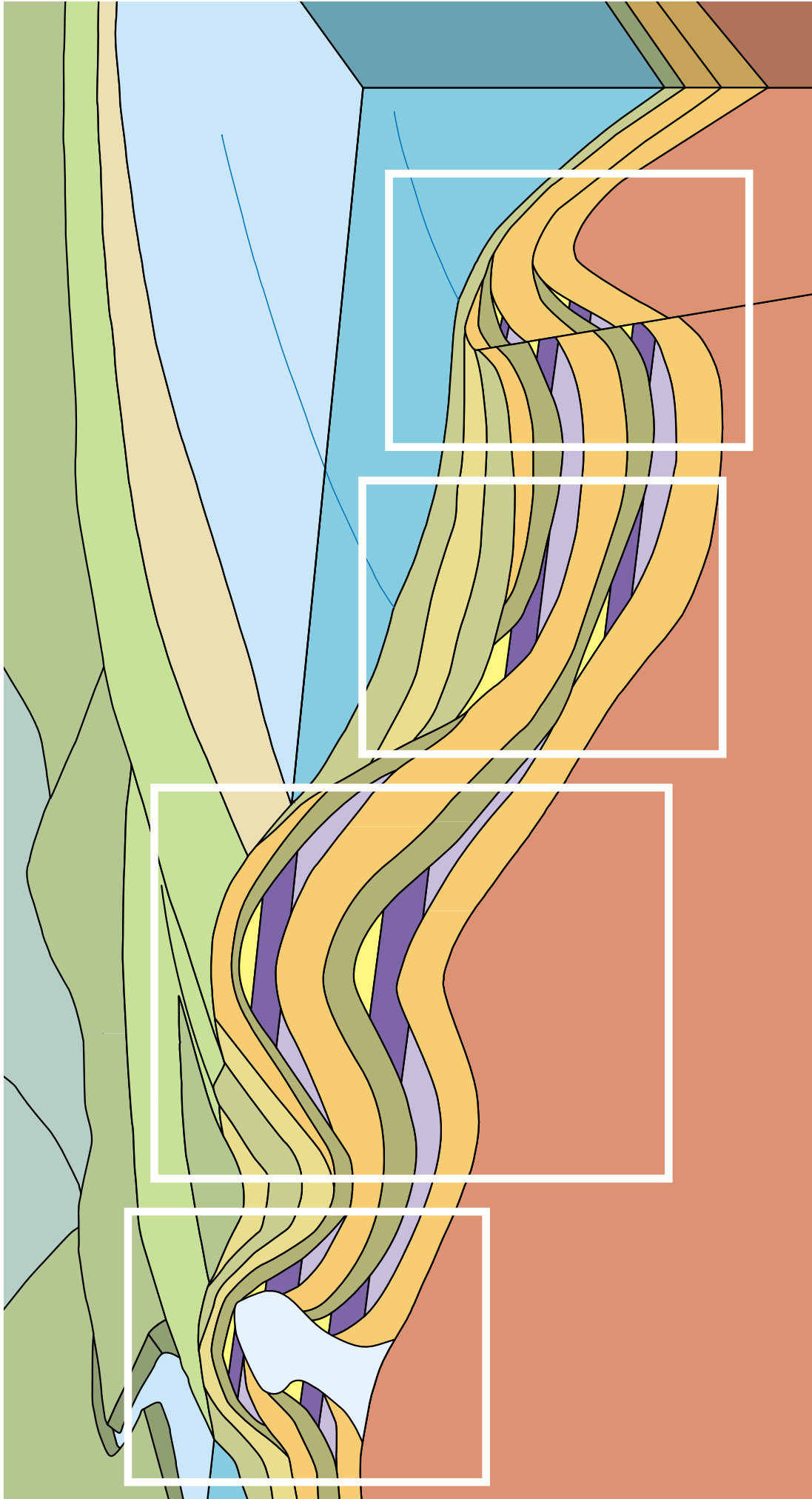


Migration und Schichtung von Gas/Öl/Wasser in einer antiklinalen Erdölfalle

Die Sedimentbecken der Erde



Erdölfallen



Salzdom

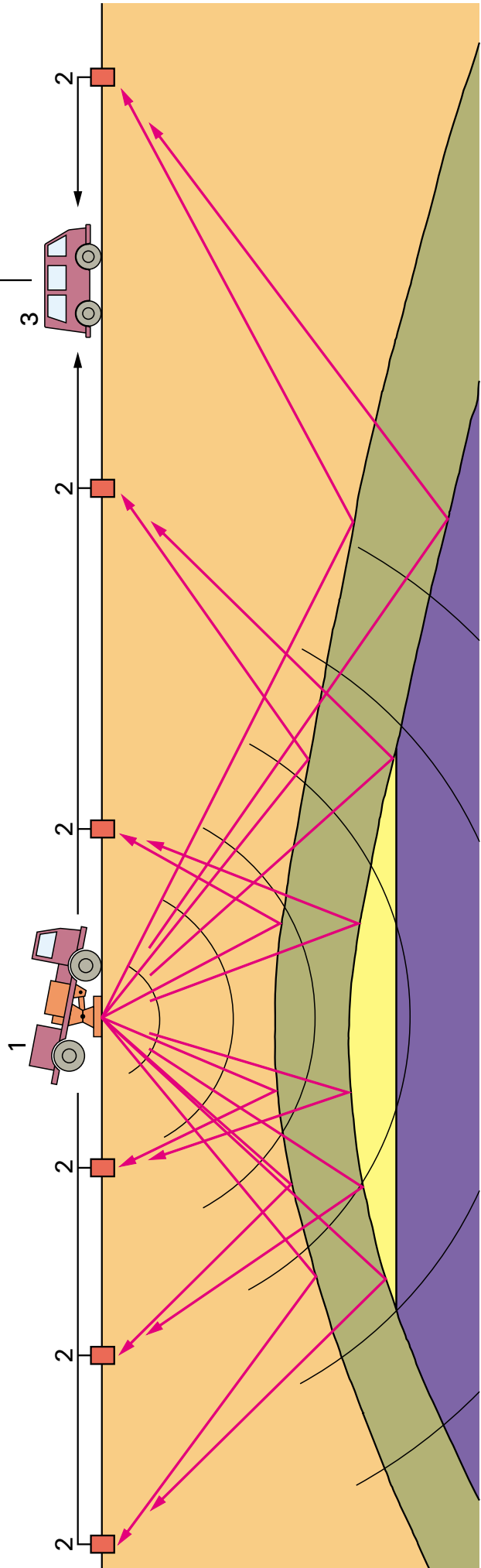
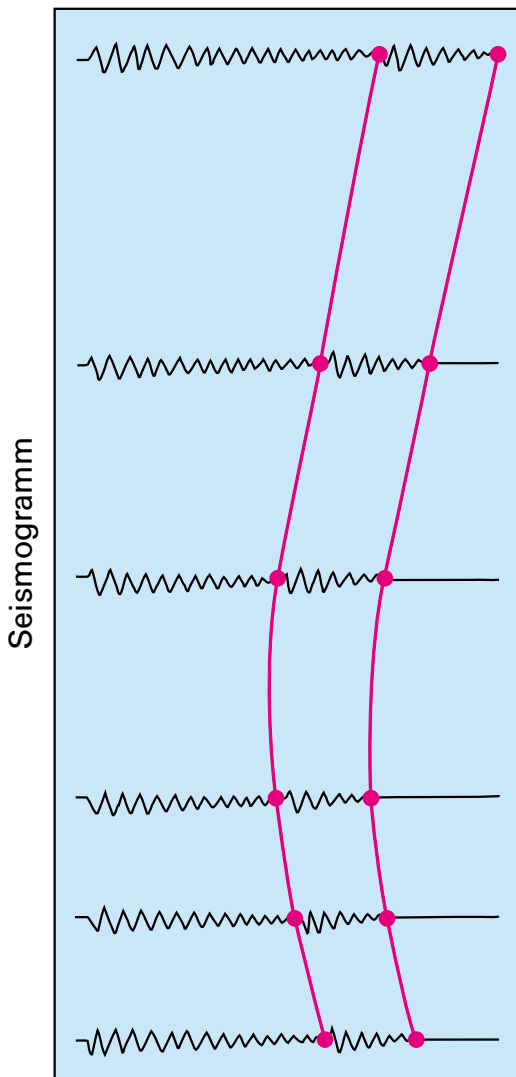
Antiklinale Falle

Stratigraphische Falle

Tektonische Verwerfung

Seismische Messung

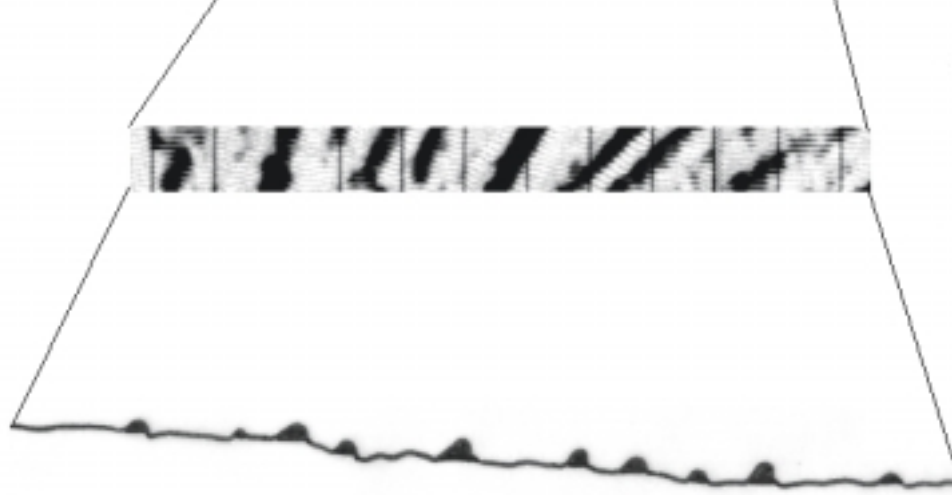
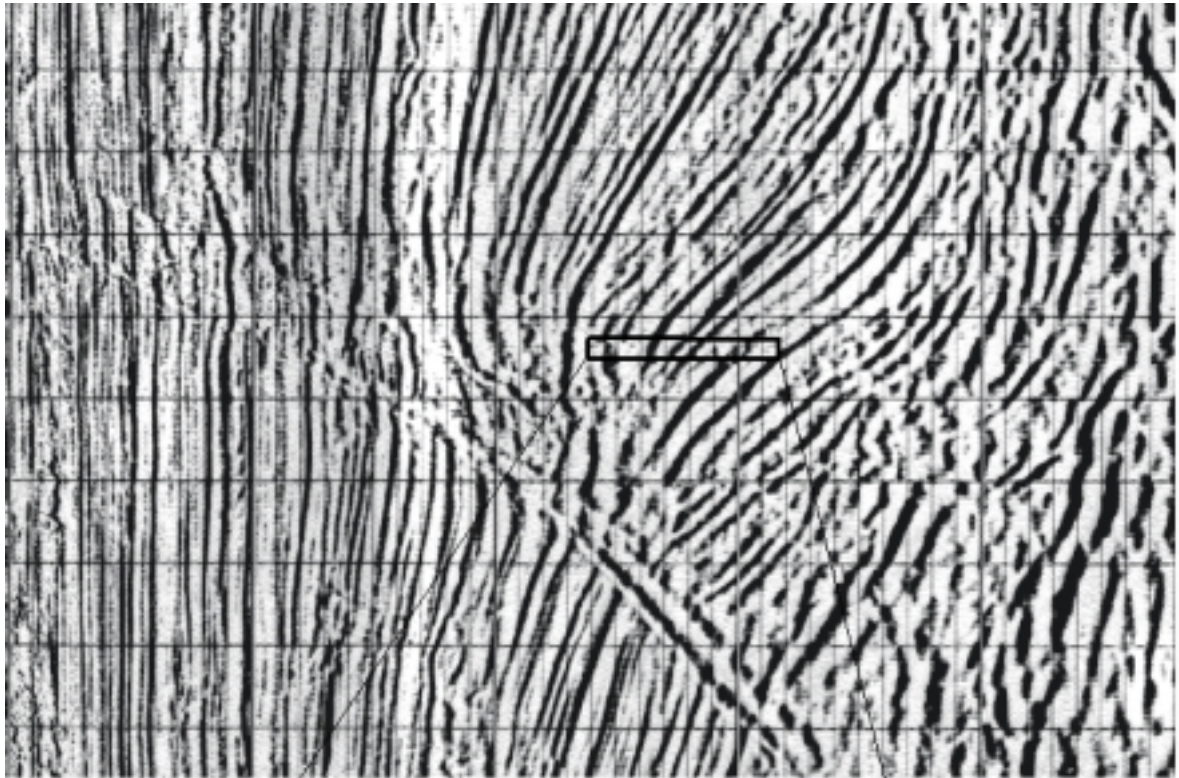
- 1 Vibrator
- 2 Geophone
- 3 Messwagen



Vibratoren



Seismogramm und Tiefenprofil



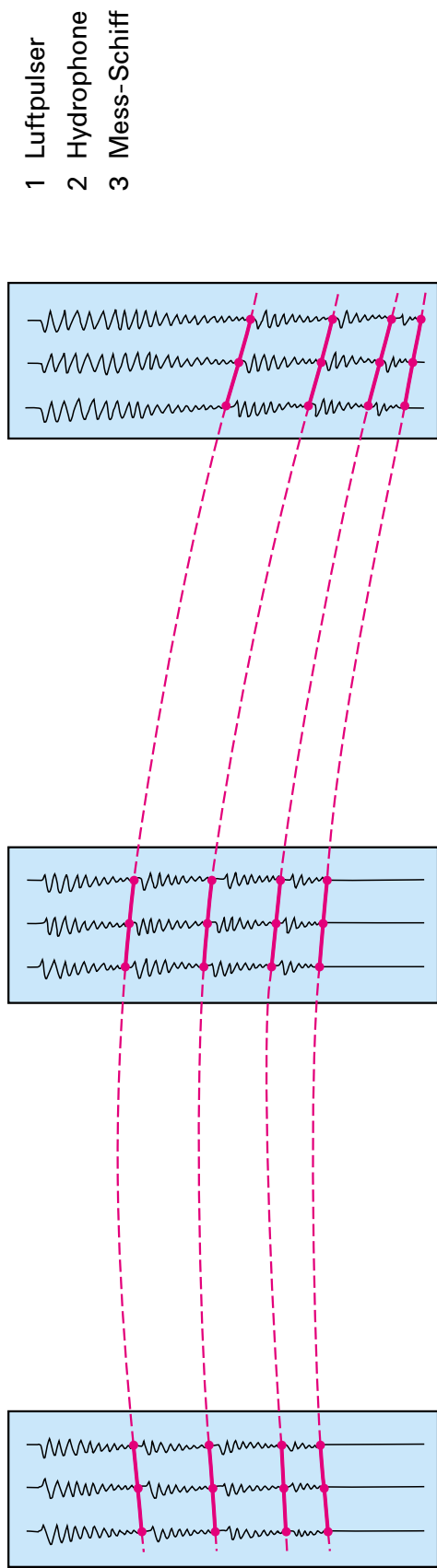
Kombiniertes seismisches Profil
aus vielen Seismogrammen

12 Seismogramme
kombiniert

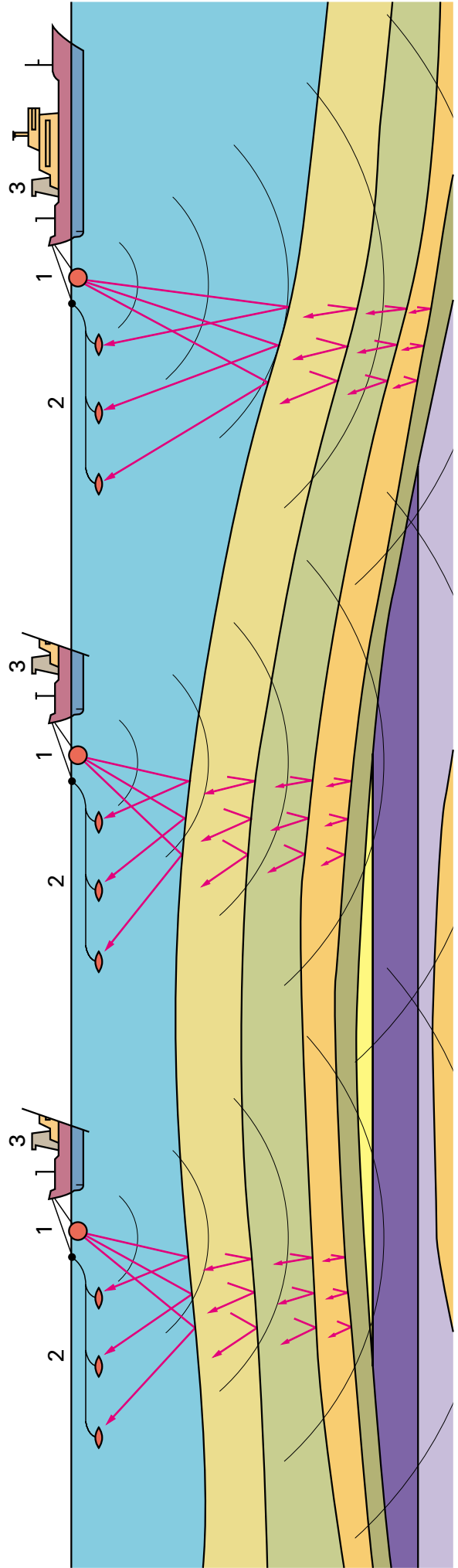
1 Seismogramm

Seismische Untersuchung des Meeresbodens

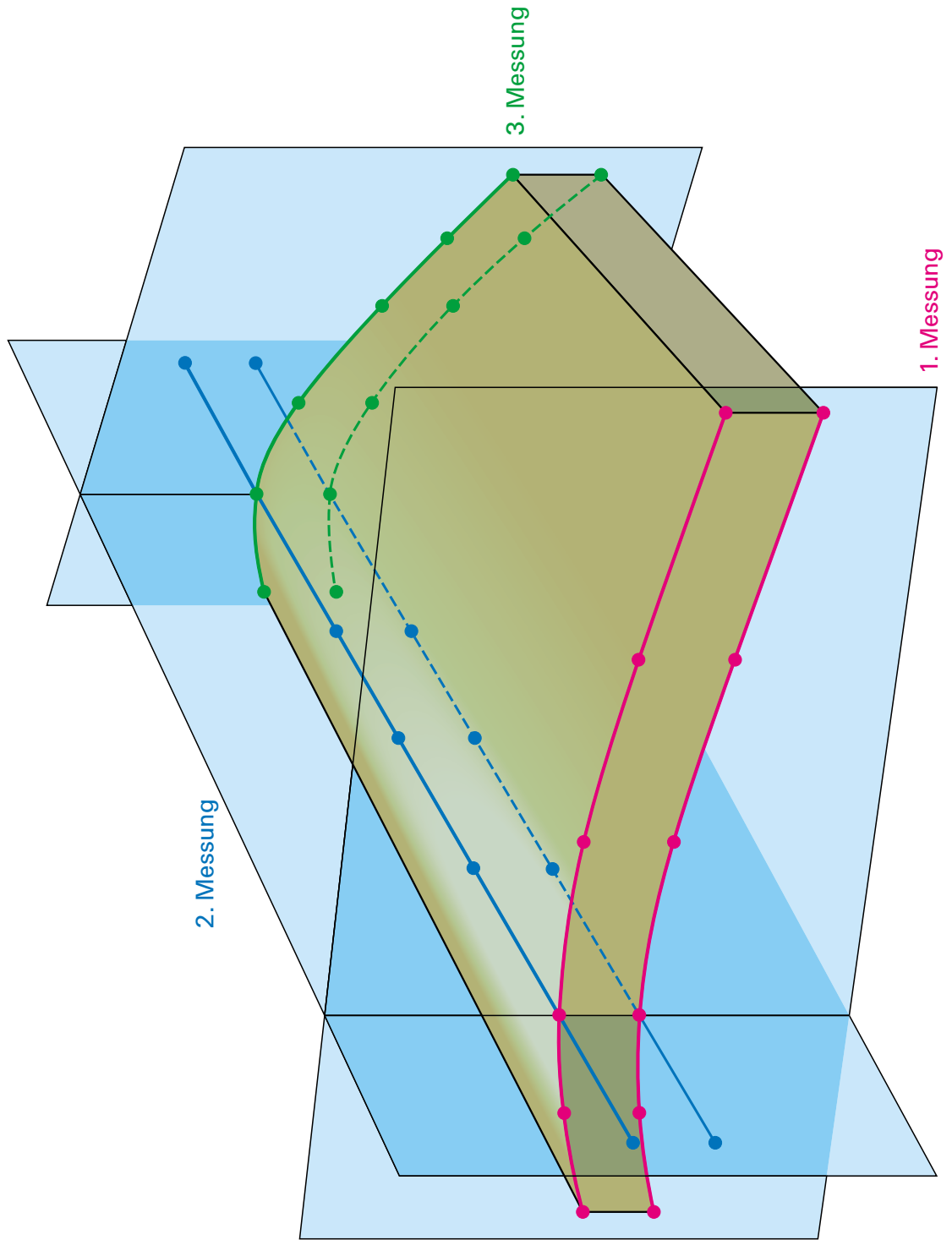
Seismogramme

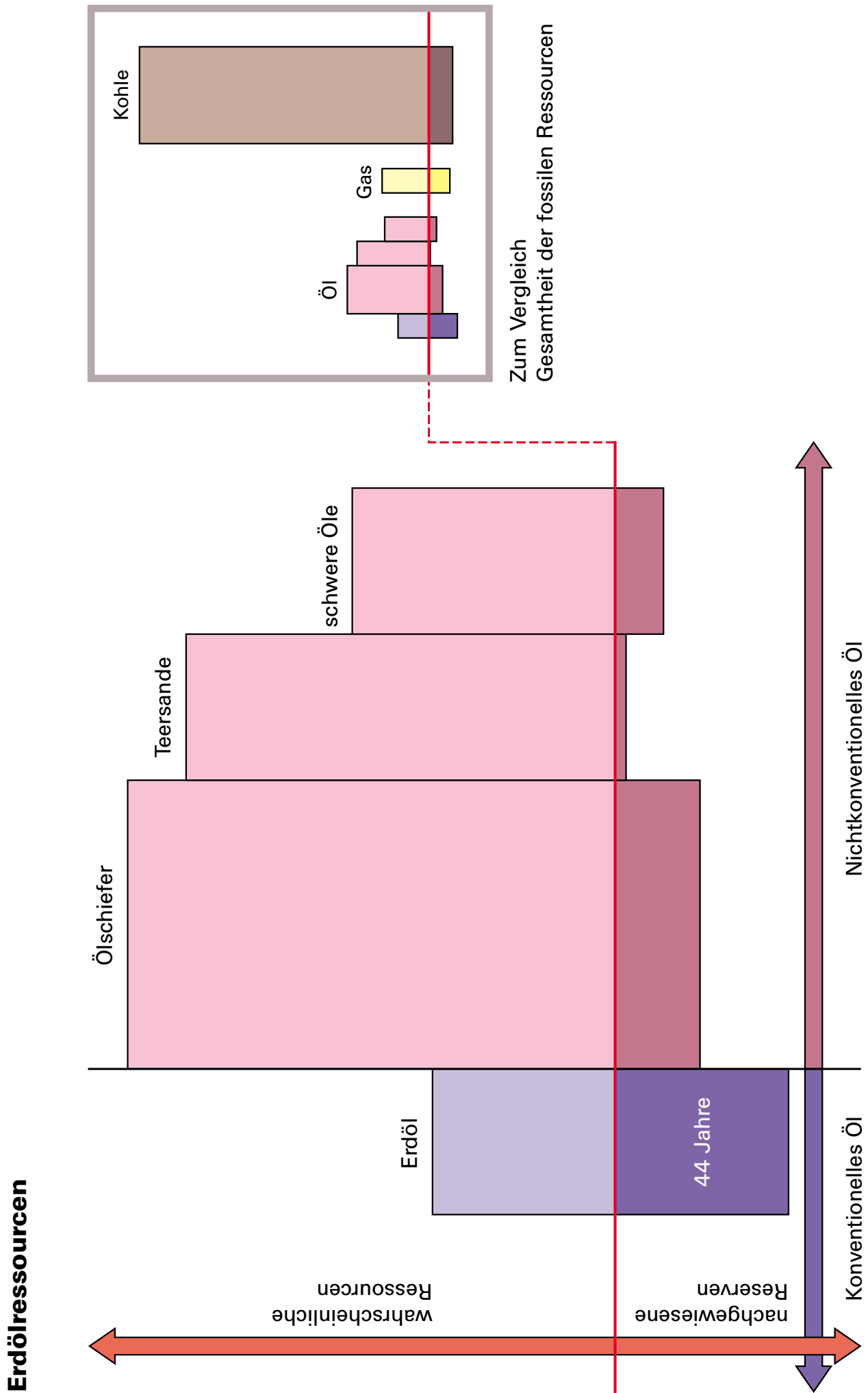


- 1 Luftpulser
- 2 Hydrophone
- 3 Mess-Schiff

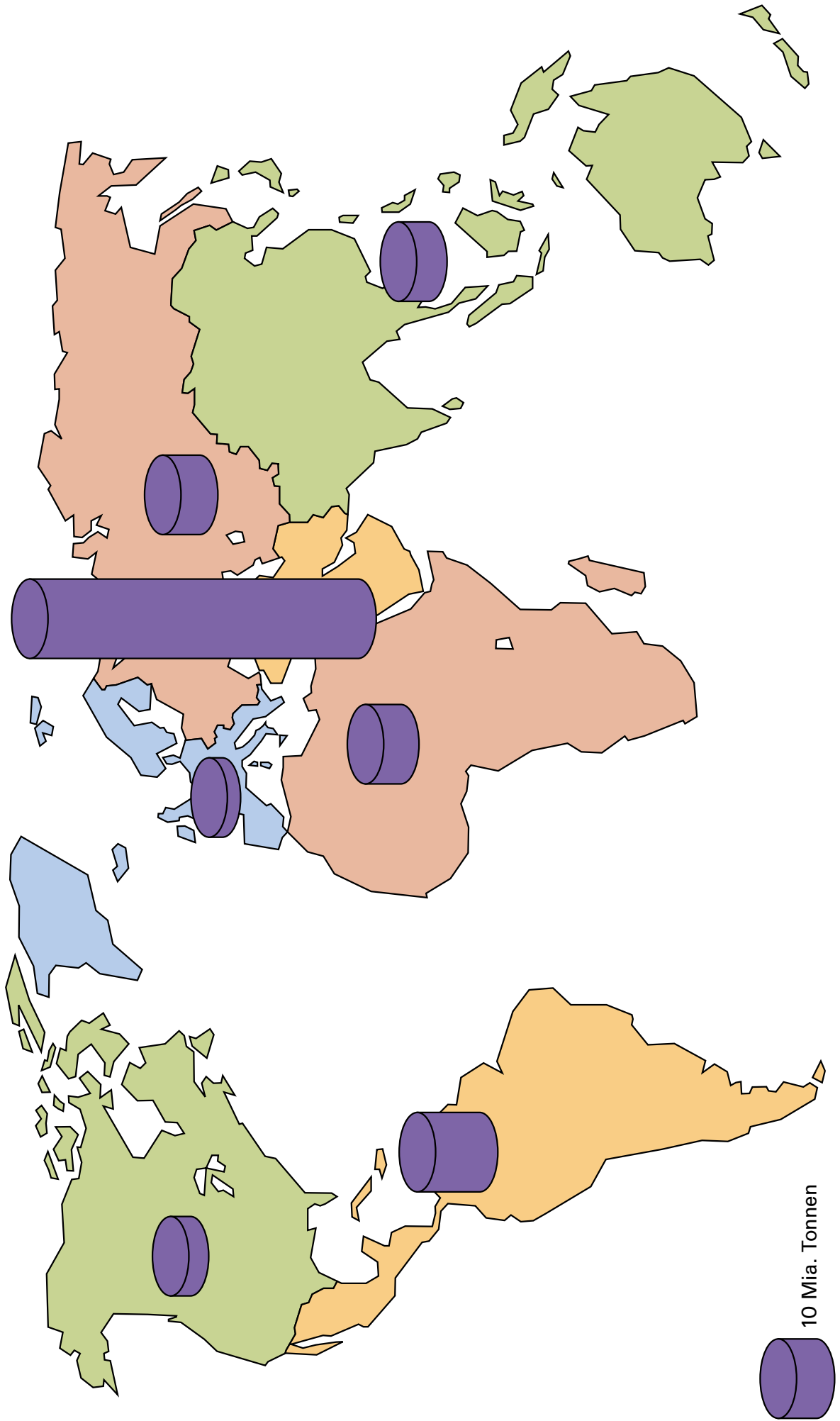


Dreidimensionale Auswertung von seismischen Messungen





Regionale Verteilung der nachgewiesenen Erdölreserven

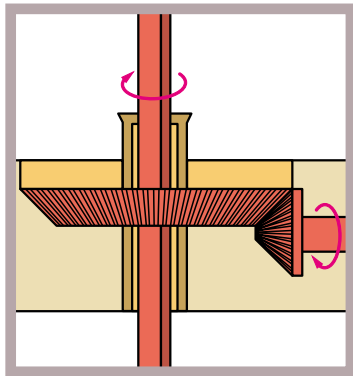


Gewinnung von nichtkonventionellem Öl

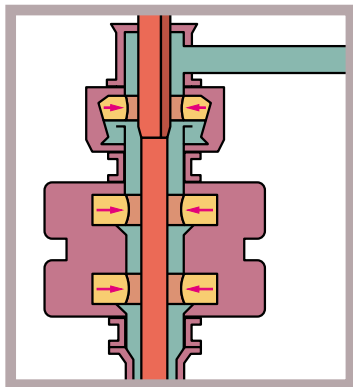


Der Bohrturm

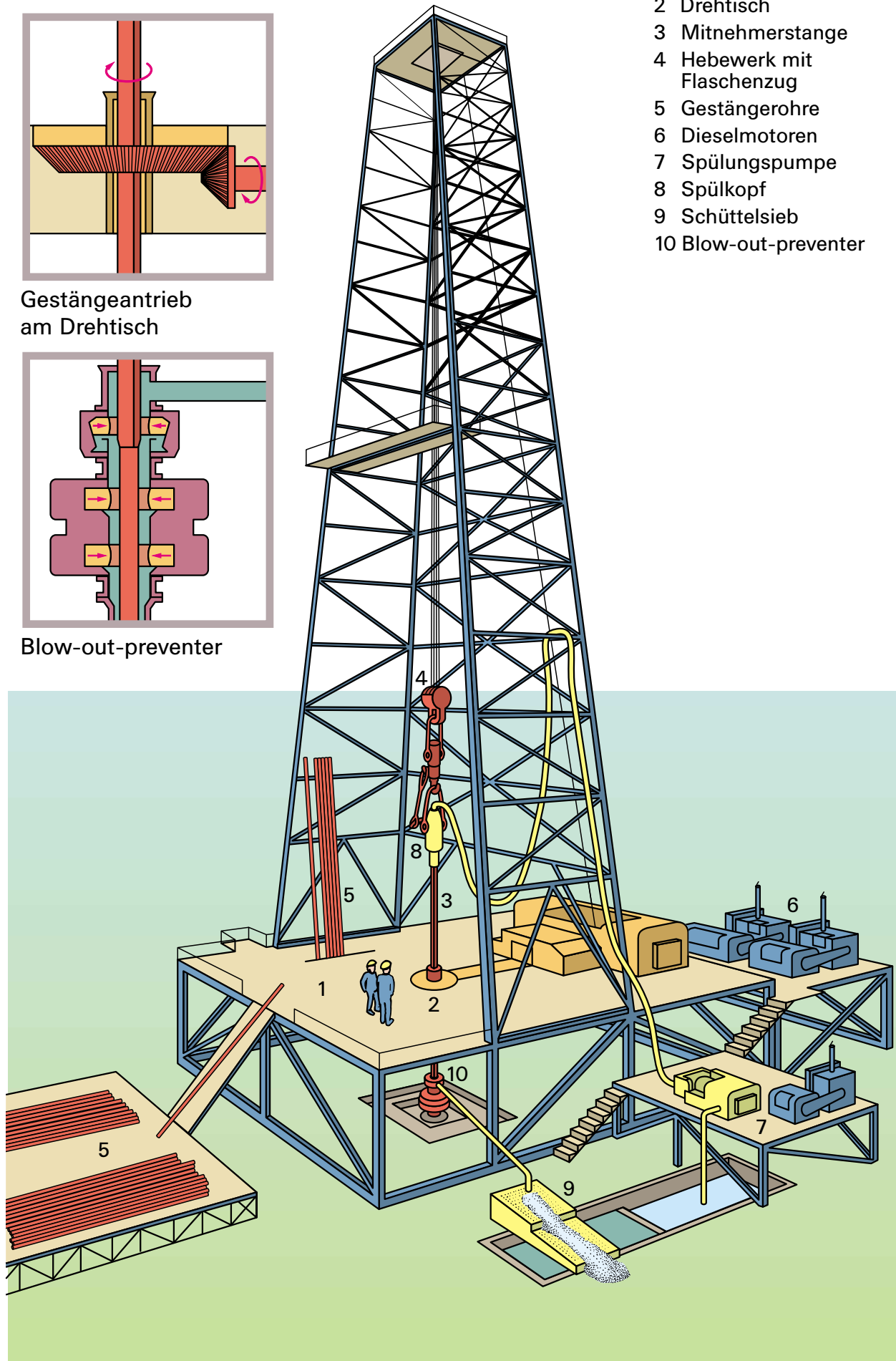
- 1 Arbeitsbühne
- 2 Drehtisch
- 3 Mitnehmerstange
- 4 Hebewerk mit Flaschenzug
- 5 Gestängeohre
- 6 Dieselmotoren
- 7 Spülpumpe
- 8 Spülkopf
- 9 Schüttelsieb
- 10 Blow-out-preventer



Gestängeantrieb
am Drehtisch



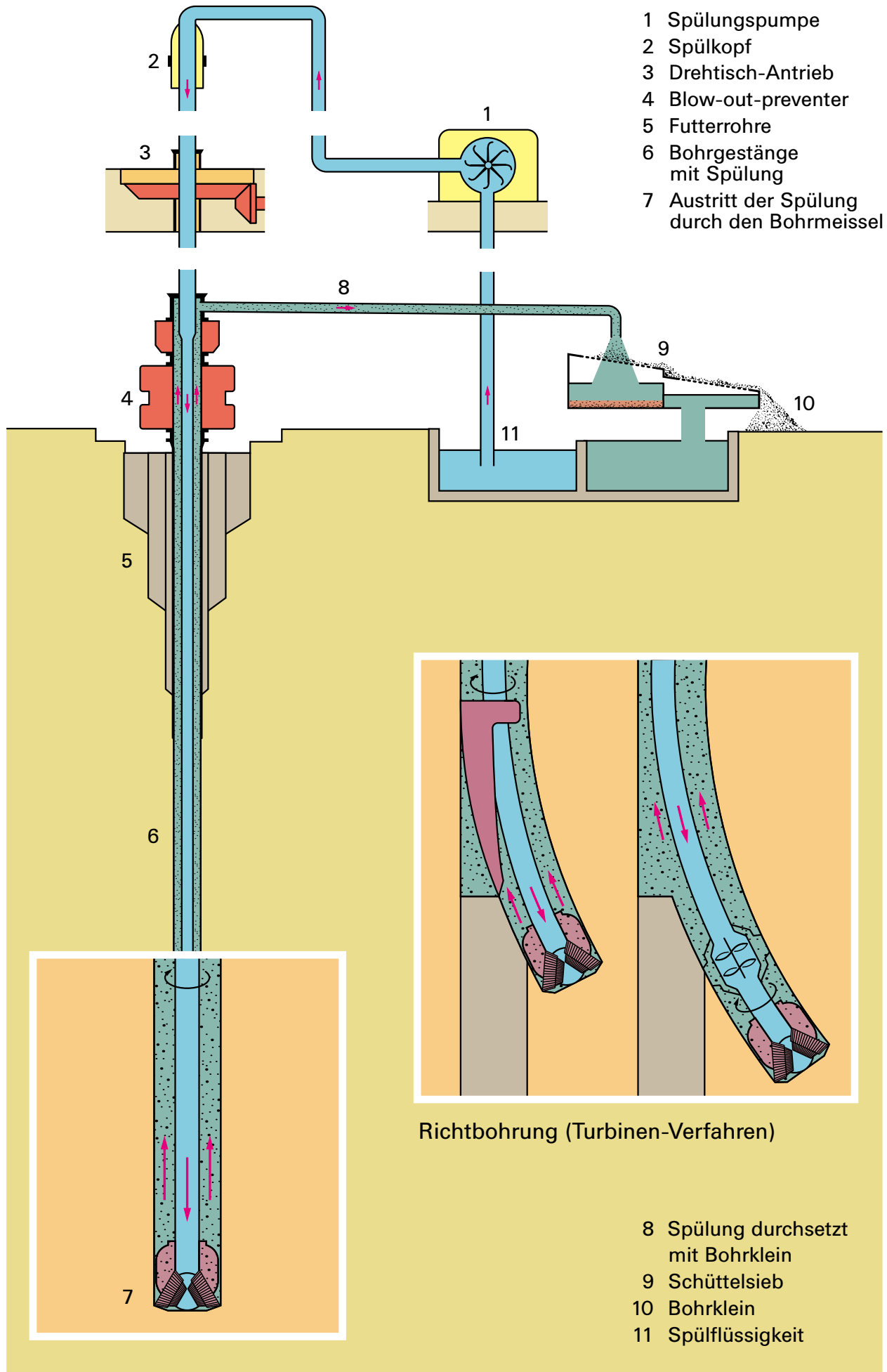
Blow-out-preventer





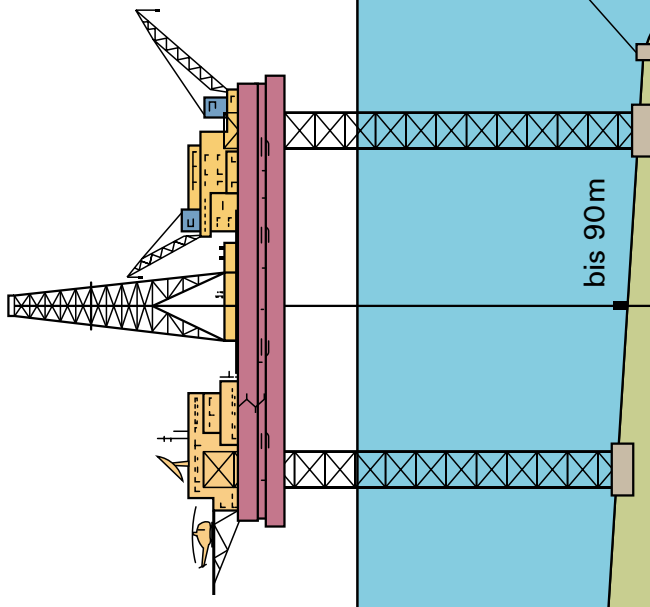
Bohrmeißel

Die Bohrung (Rotary-Verfahren)

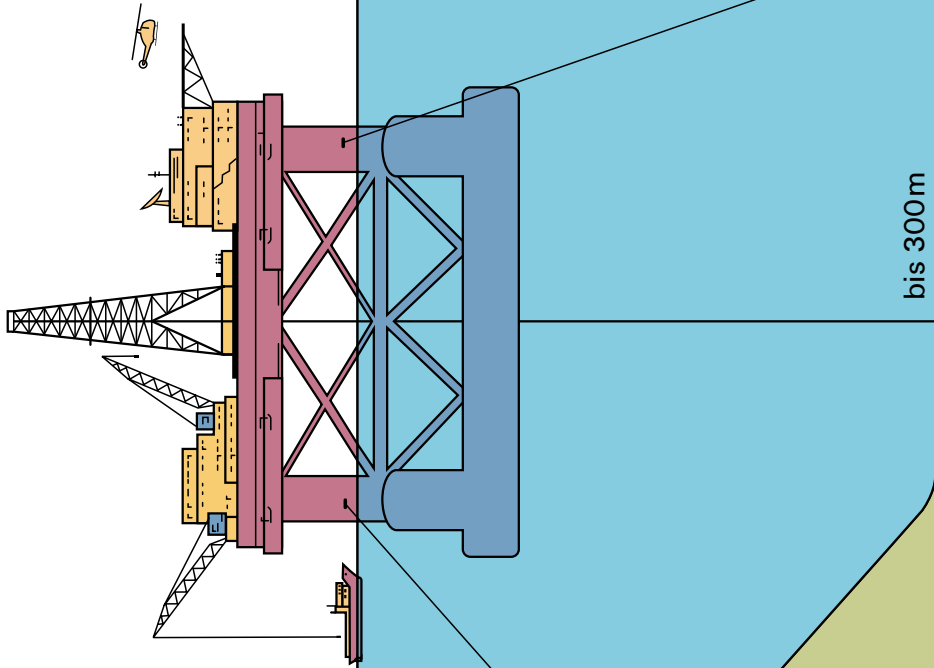


Plattformen für Offshore-Bohrungen

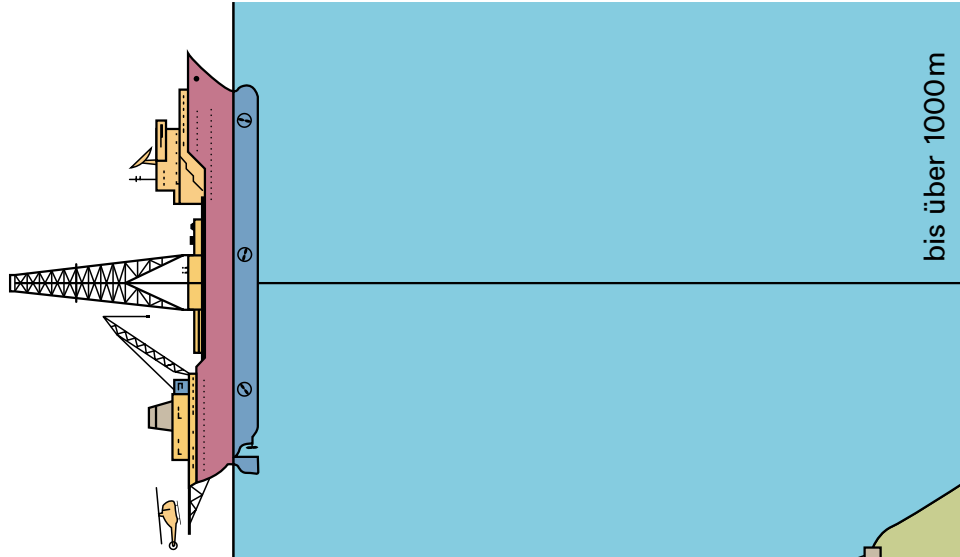
Hubinsel



Halbtaucher



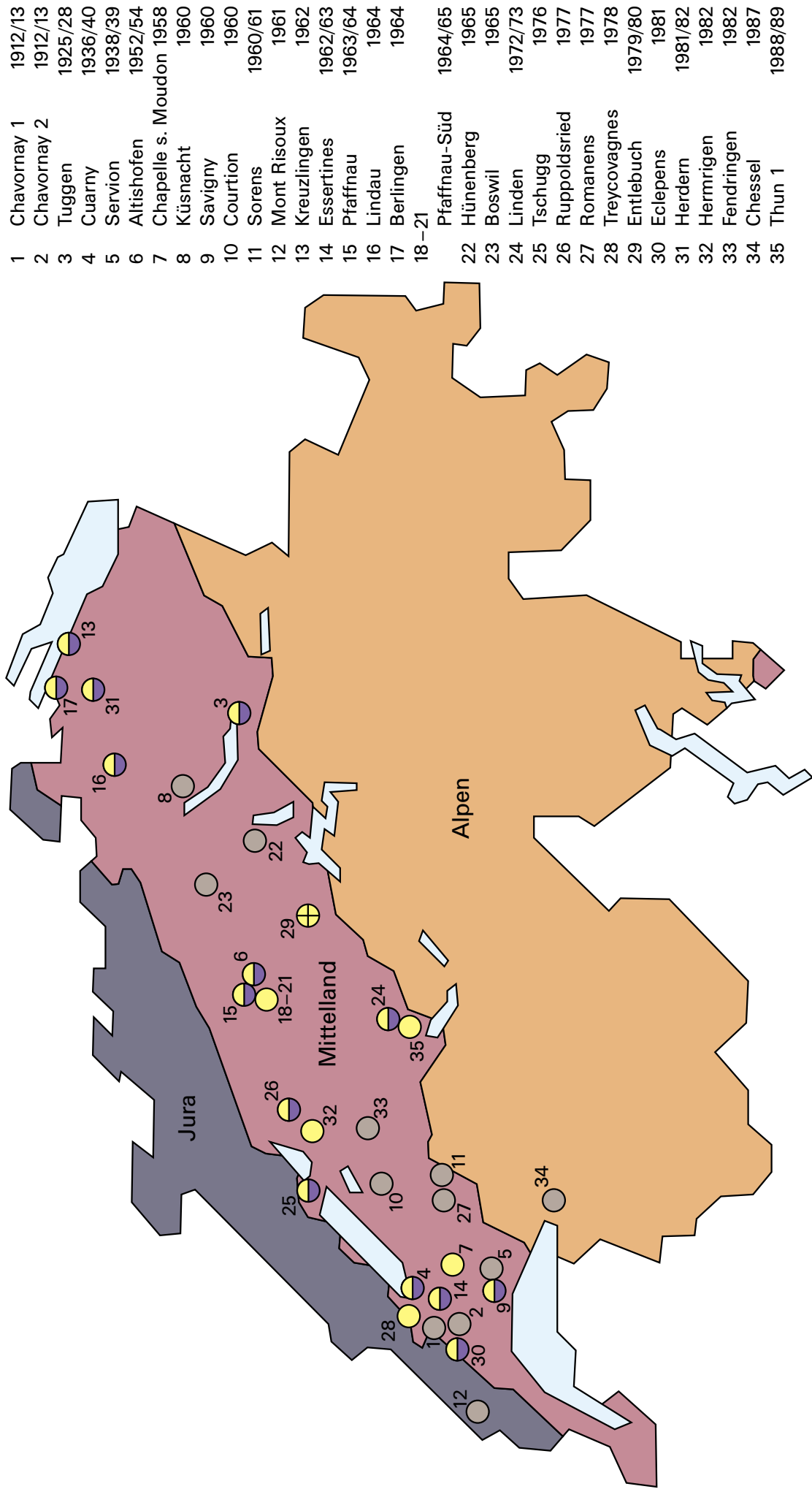
Bohrschiff



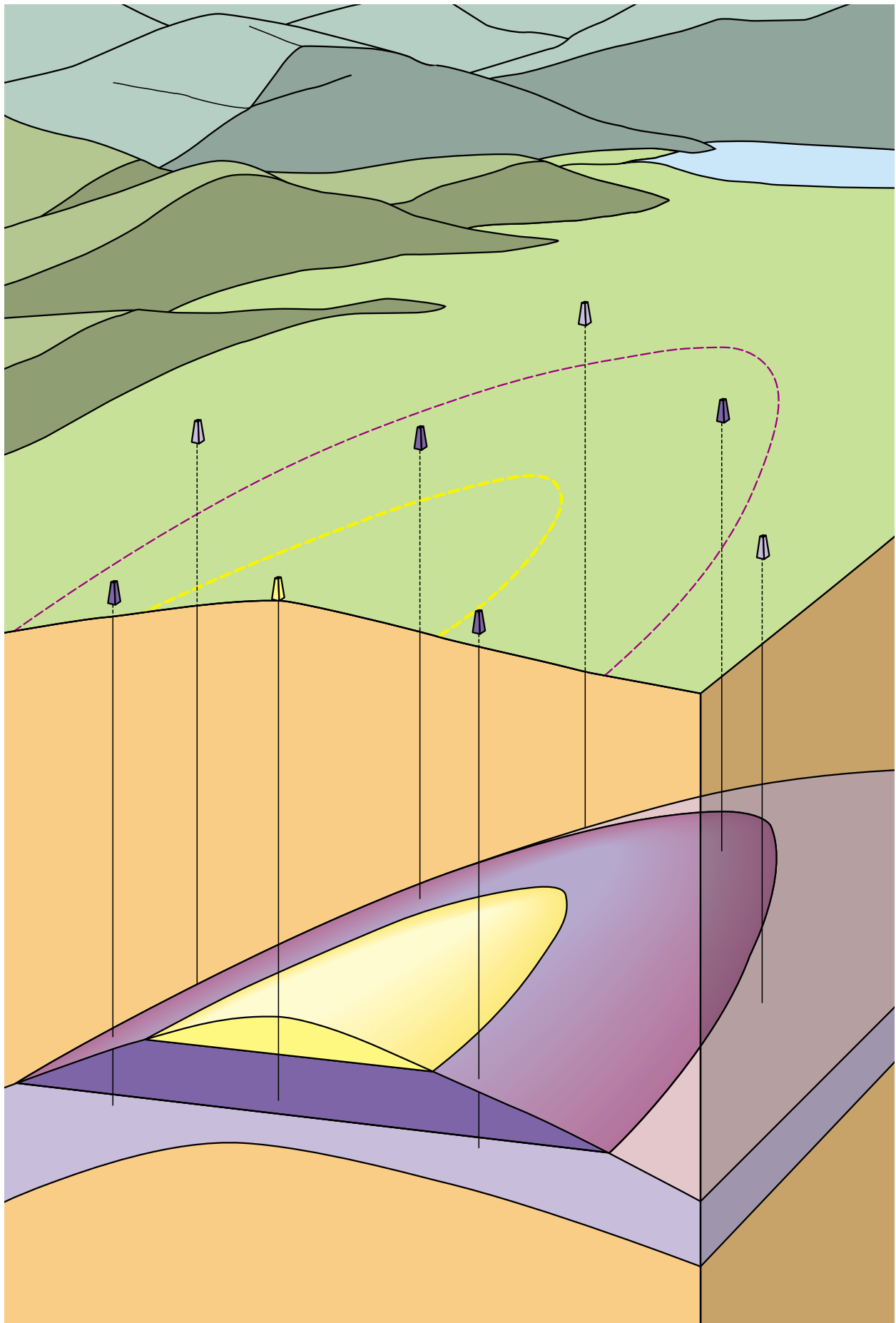
Bohrplattform





Explorationsbohrungen in der Schweiz 1912 – 1991




Größenbestimmung einer Erdöllagerstätte

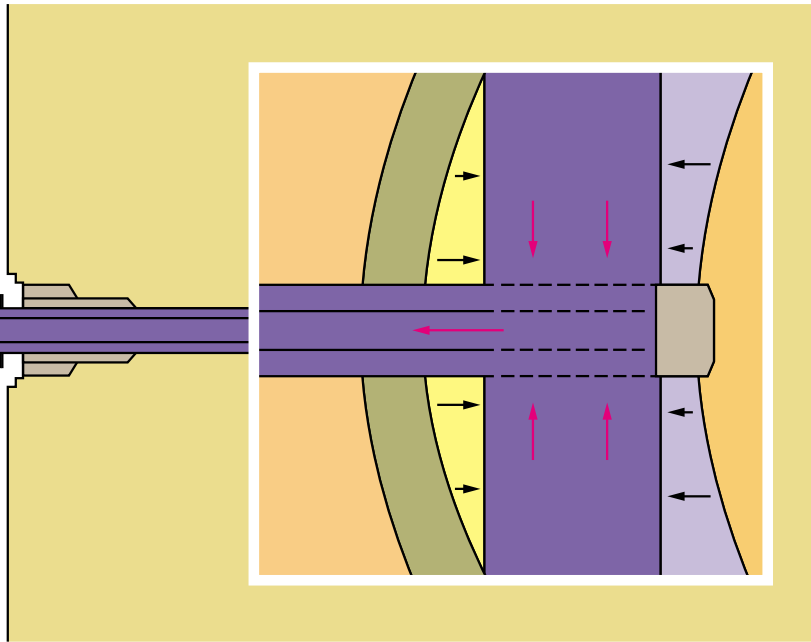
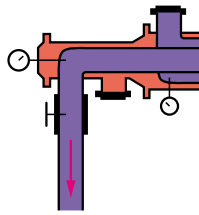


 Bohrung
auf Gas und Öl

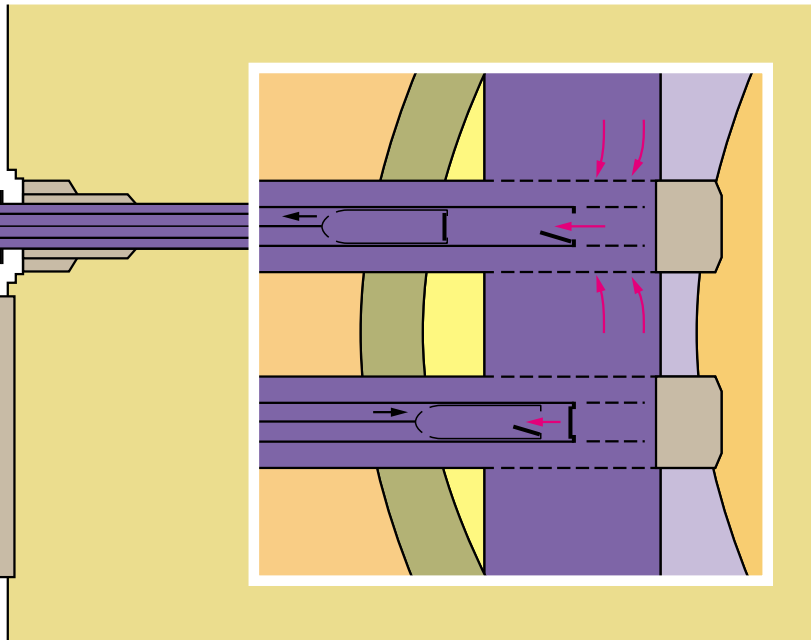
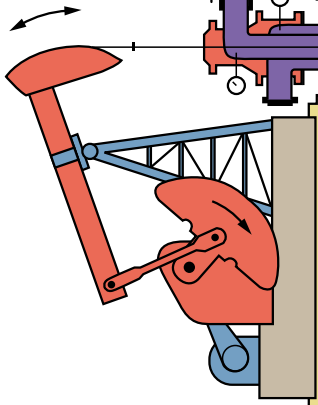
 Erweiterungs-
bohrungen auf Öl

 Unproduktive Erweiterungs-
bohrungen auf Wasser

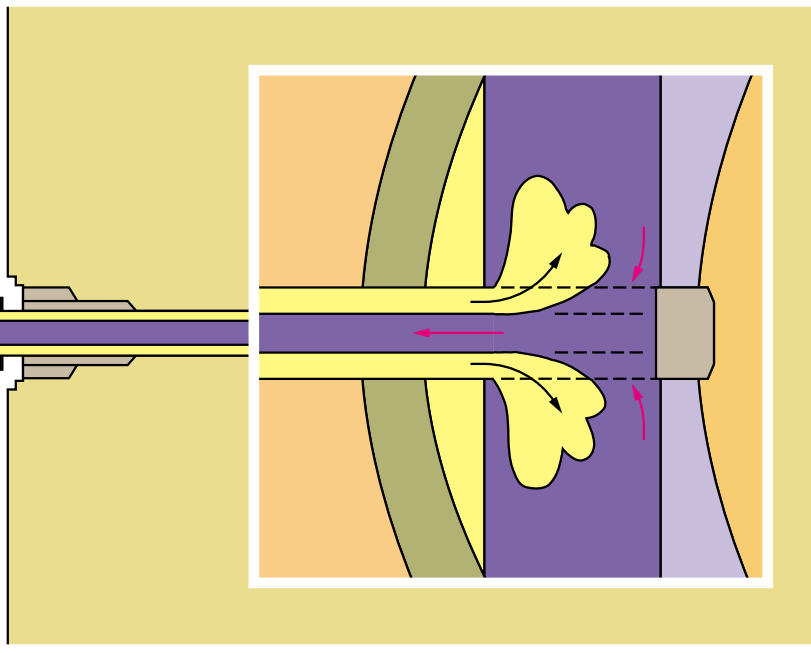
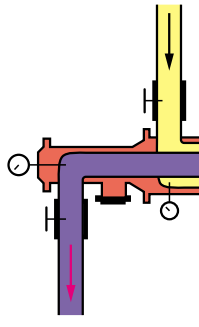
Primärförderung von Erdöl



Selbsttätige Förderung durch den natürlichen Gas- und Randwasserdruck

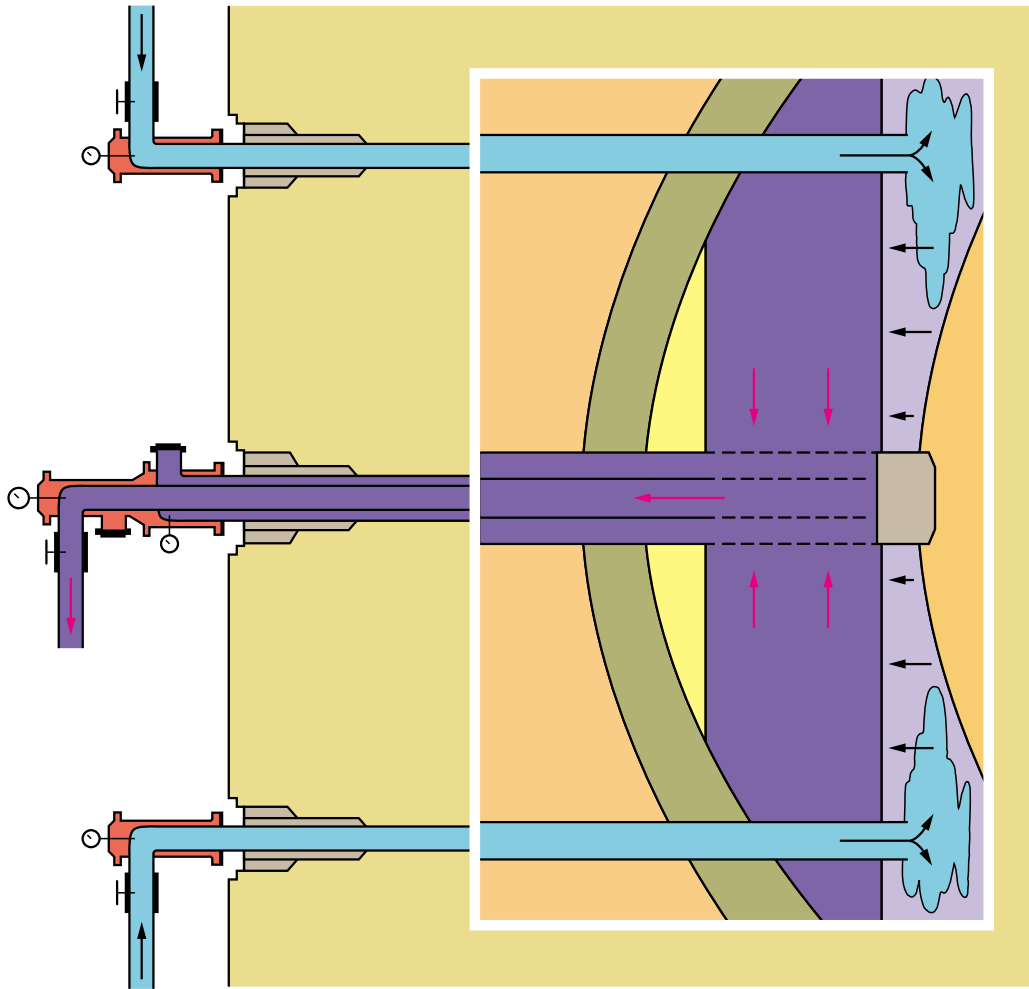


Förderung mit der Plungerpumpe

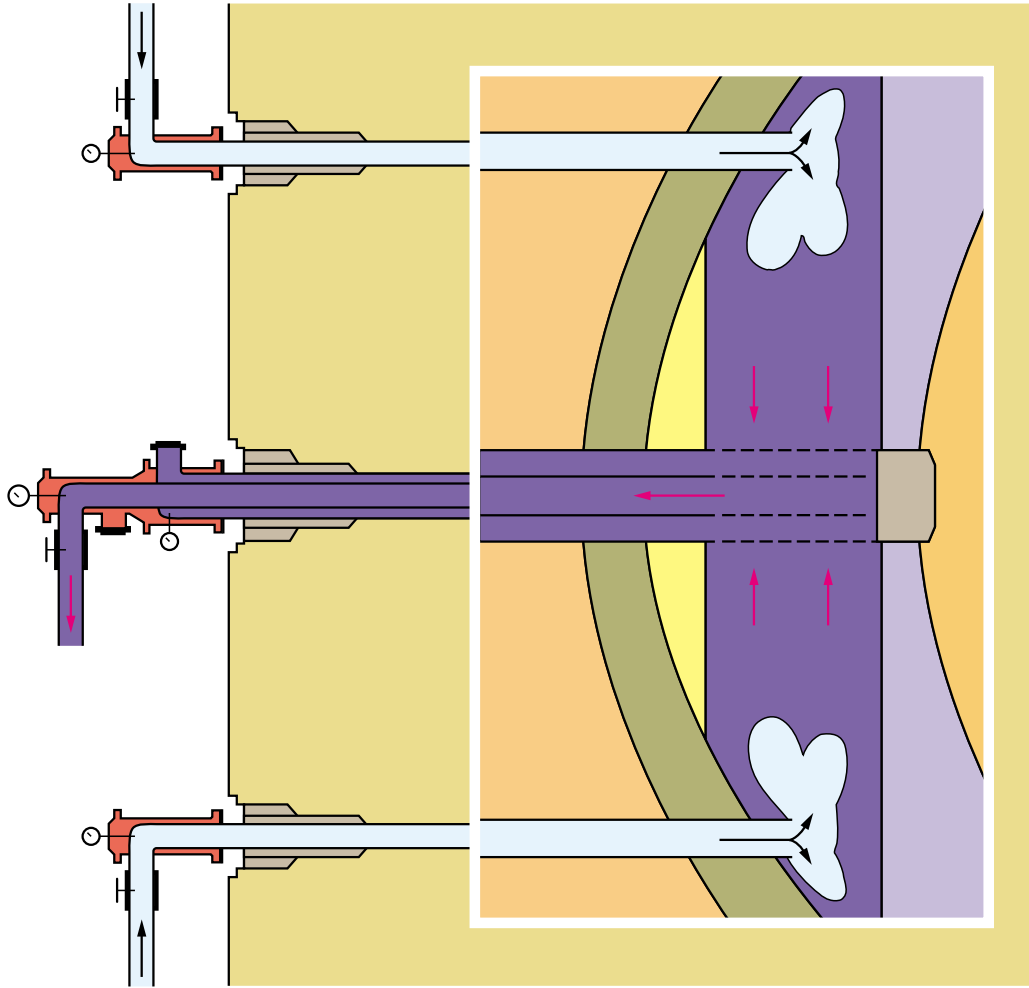


Gaslift-Förderung

Sekundär- und Tertiärförderung von Erdöl

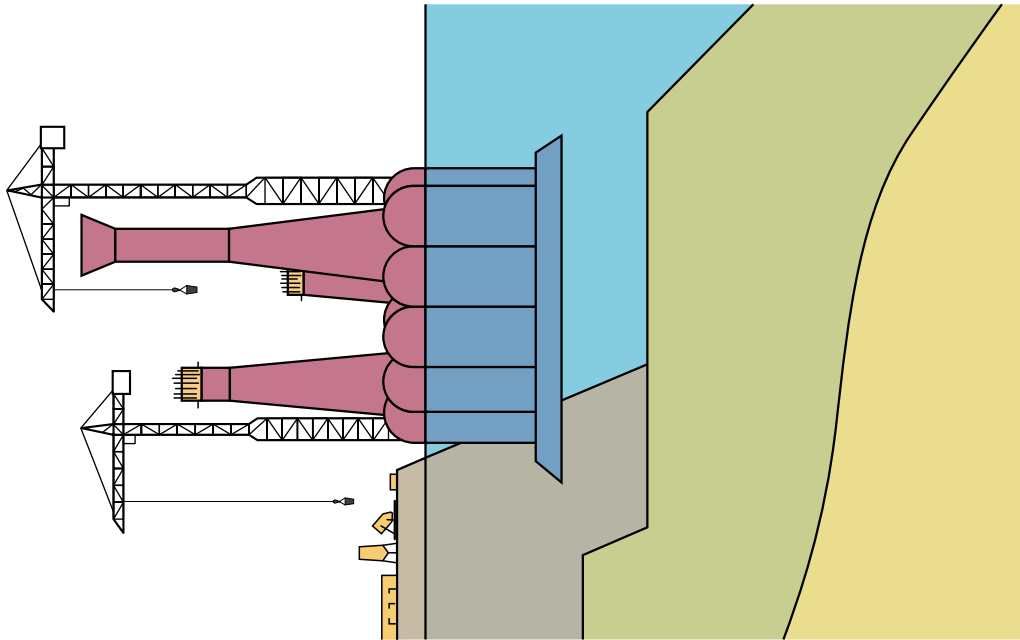


Sekundärförderung: Erhöhung des Randwasserdrucks durch Wasserfluten

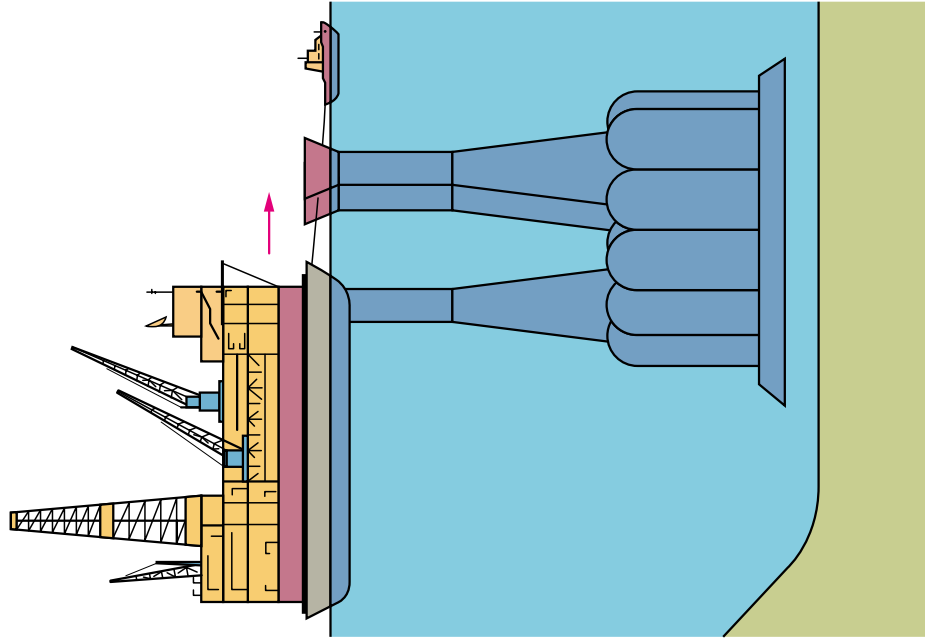


Tertiärförderung: Verbesserte Entölung durch Dampfinjektionen oder chemische Zusätze

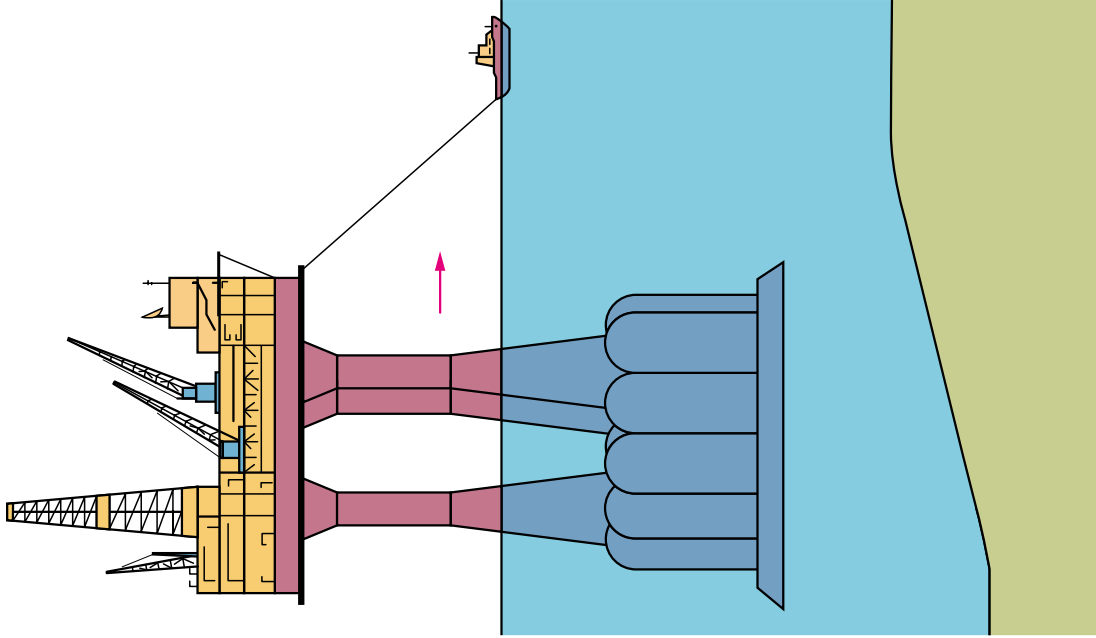
Bau einer Produktionsplattform



Bau der Ballasttanks und Träger
im Dock



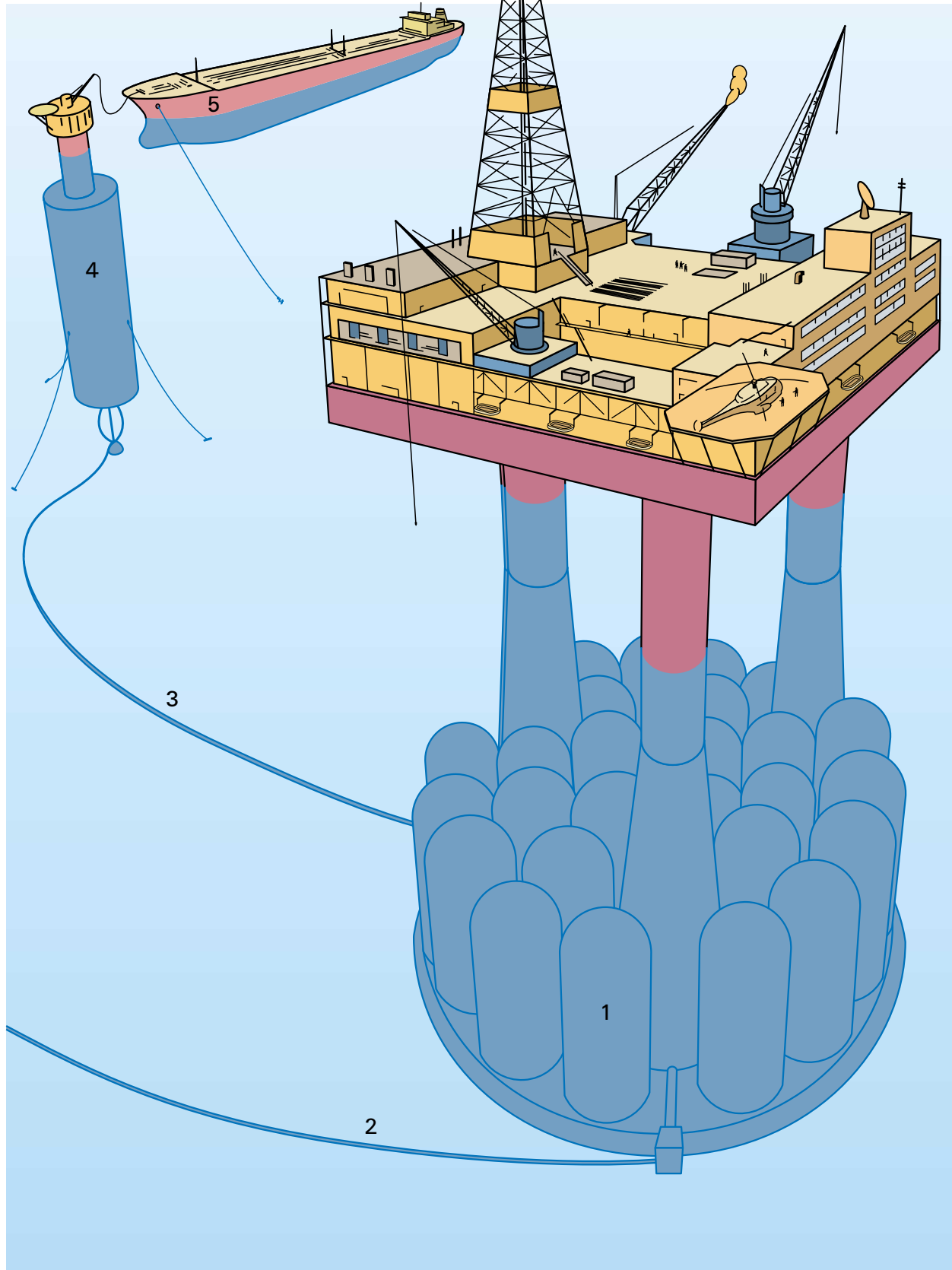
Fluten der Ballasttanks
und Aufsetzen des Decks



Anheben durch Entleeren der Tanks,
Transport zur Förderstelle

Produktionsplattform

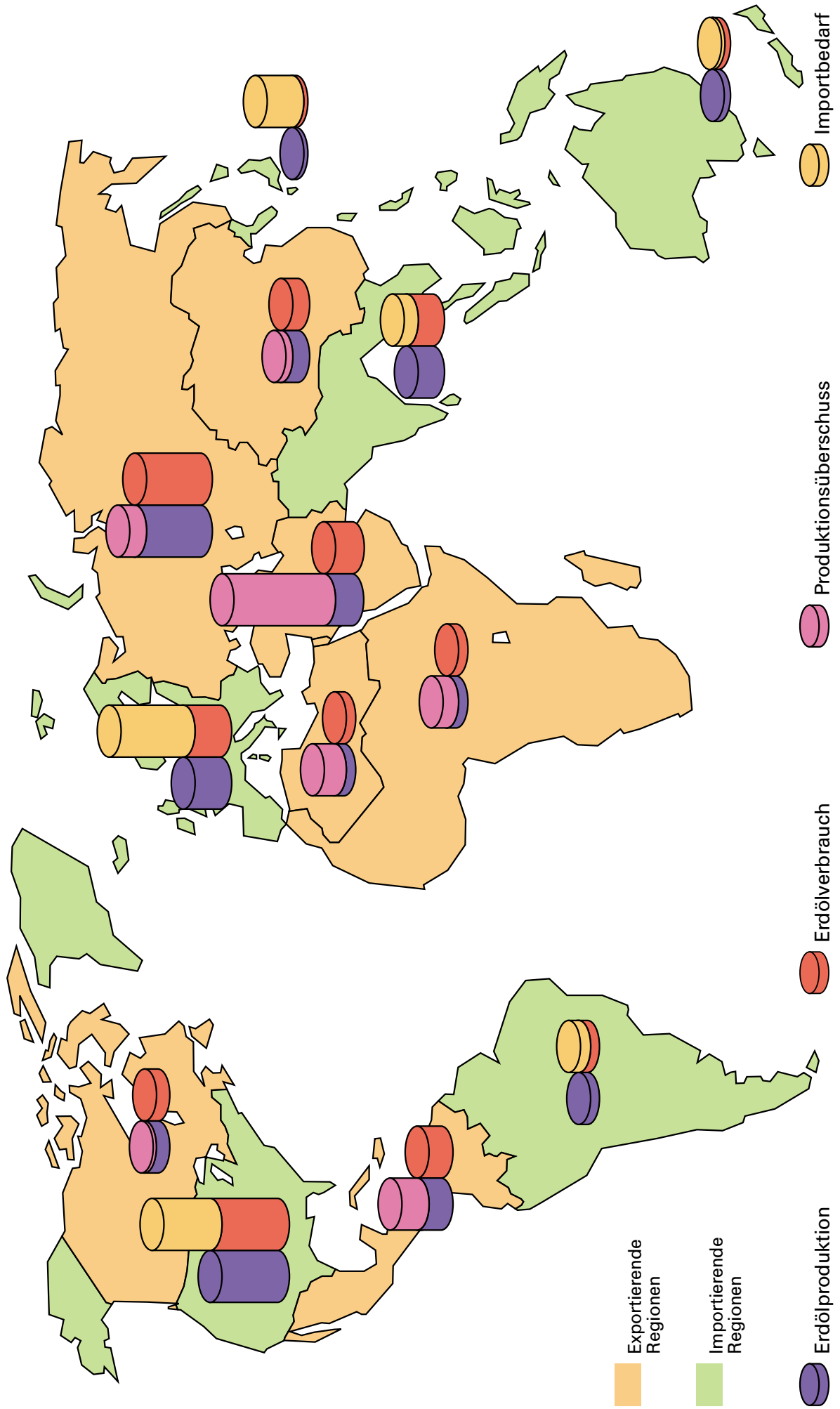
- 1 Unterwassertank
- 2 Unterwasserpipeline zur Küste
- 3 Unterwasserpipeline zur Ladeboje
- 4 Ladeboje
- 5 Hochseetanker



Christbaum



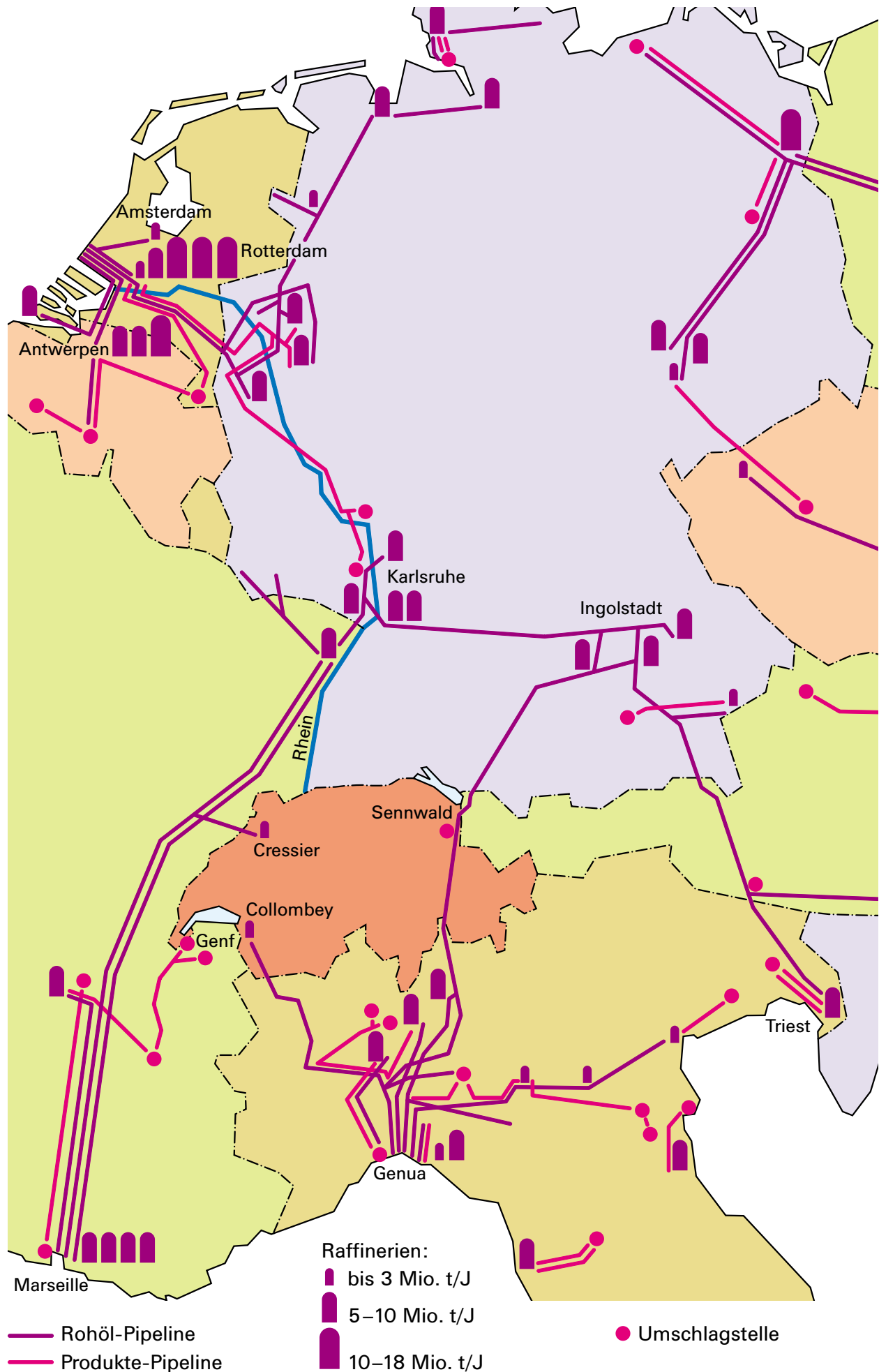
Produktion und Verbrauch von Erdöl



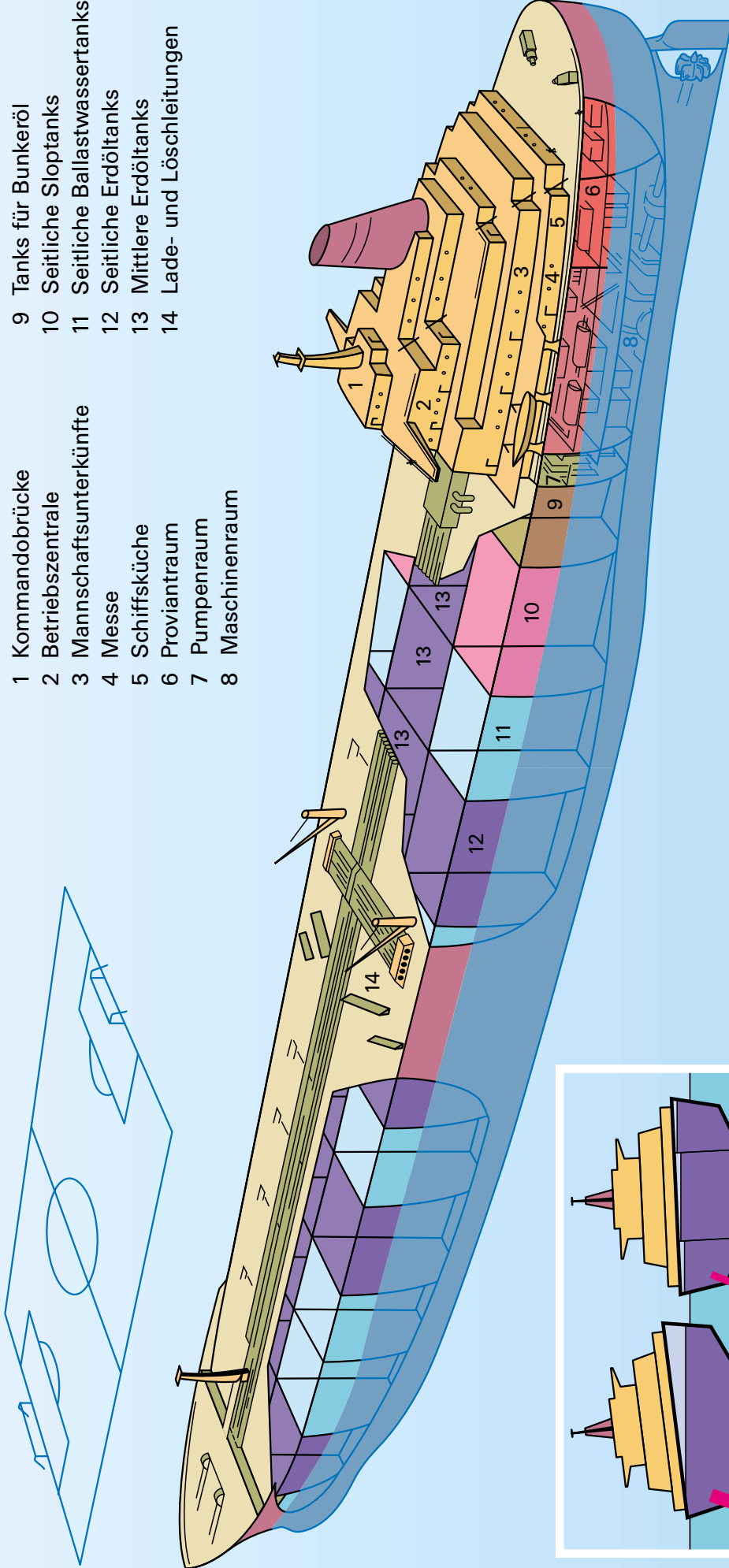
Pipelinebau



Mitteleuropäisches Pipelinennetz

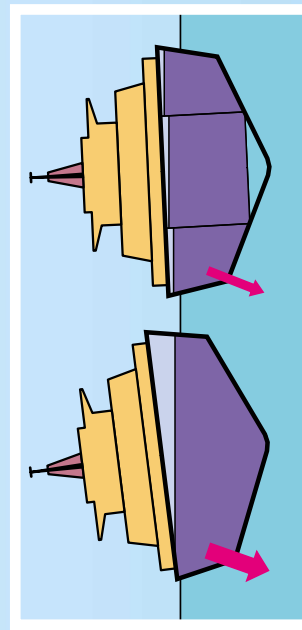


Öltanker



- 1 Kommandobrücke
- 2 Betriebszentrale
- 3 Mannschaftsunterkünfte
- 4 Messe
- 5 Schiffsküche
- 6 Proviantraum
- 7 Pumpenraum
- 8 Maschinenraum

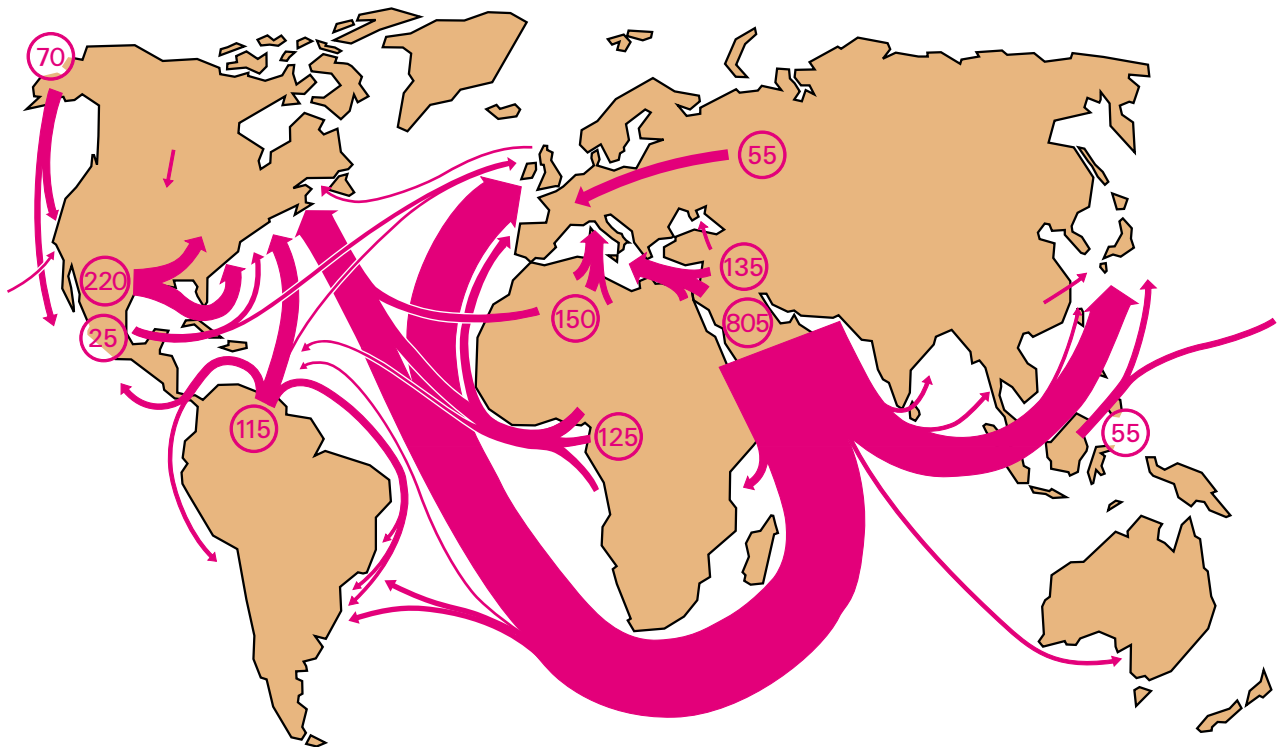
- 9 Tanks für Bunkeröl
- 10 Seitliche Slop tanks
- 11 Seitliche Ballastwassertanks
- 12 Seitliche Erdöltanks
- 13 Mittlere Erdöltanks
- 14 Lade- und Löschleitungen



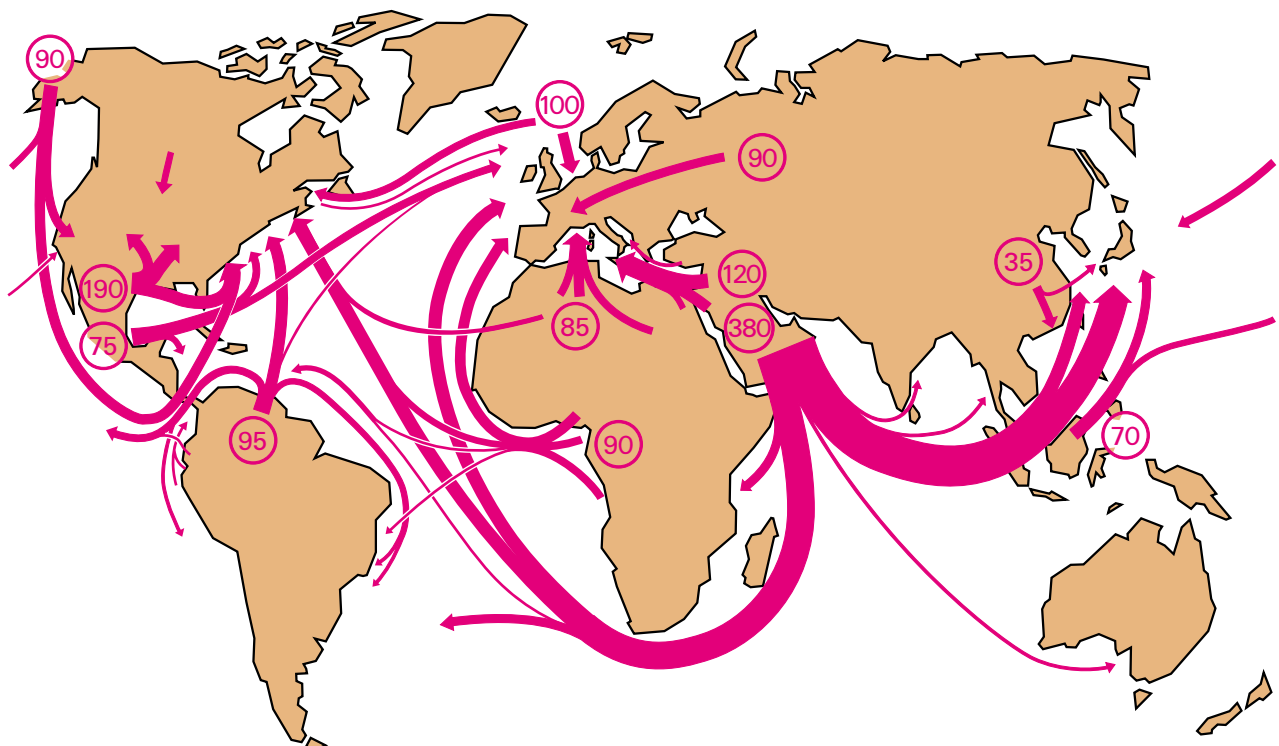
Stabilisierung durch Unterteilung in mehrere Tanks

Internationale Ölversorgung im Wandel

1979

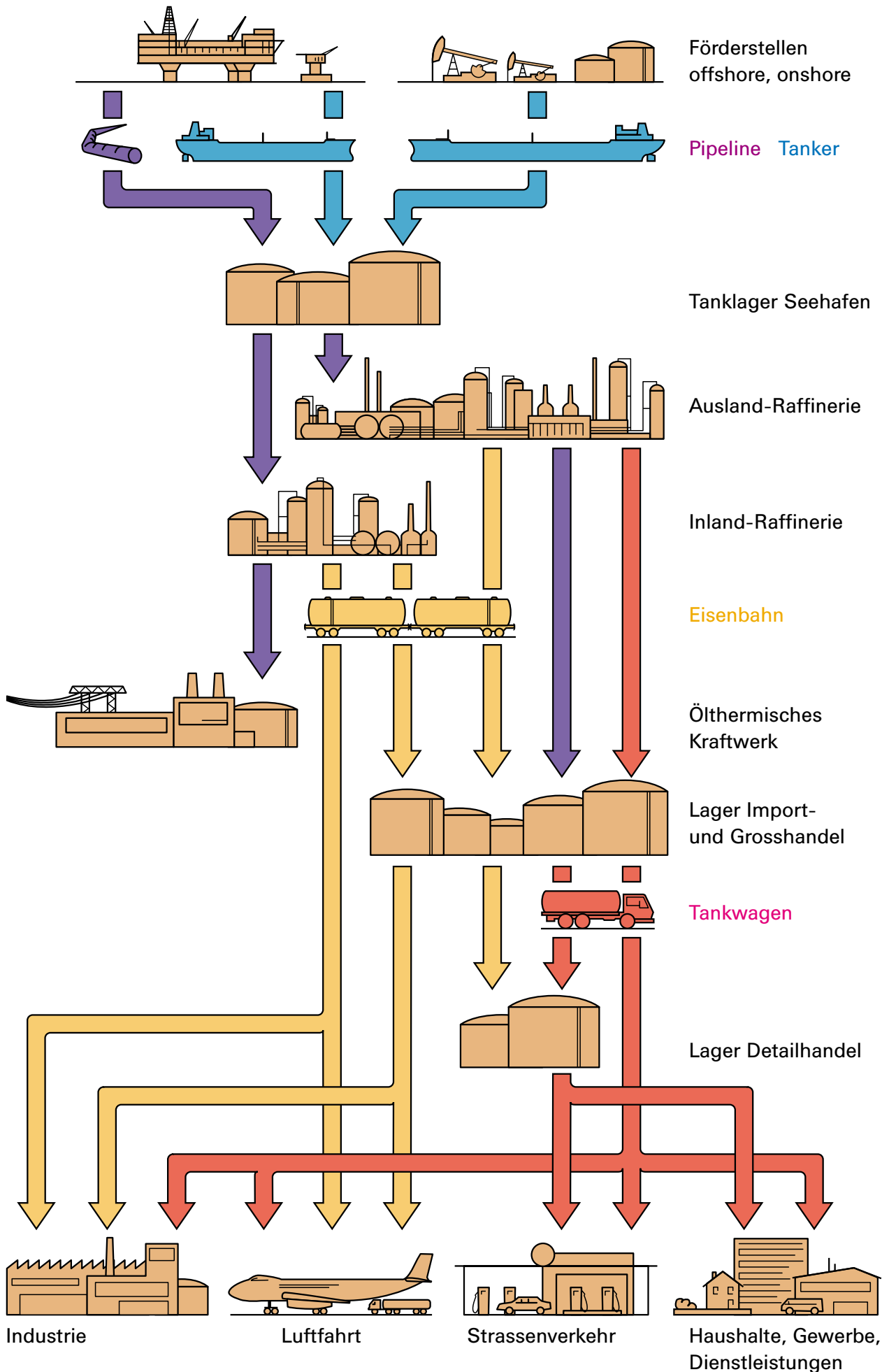


1986

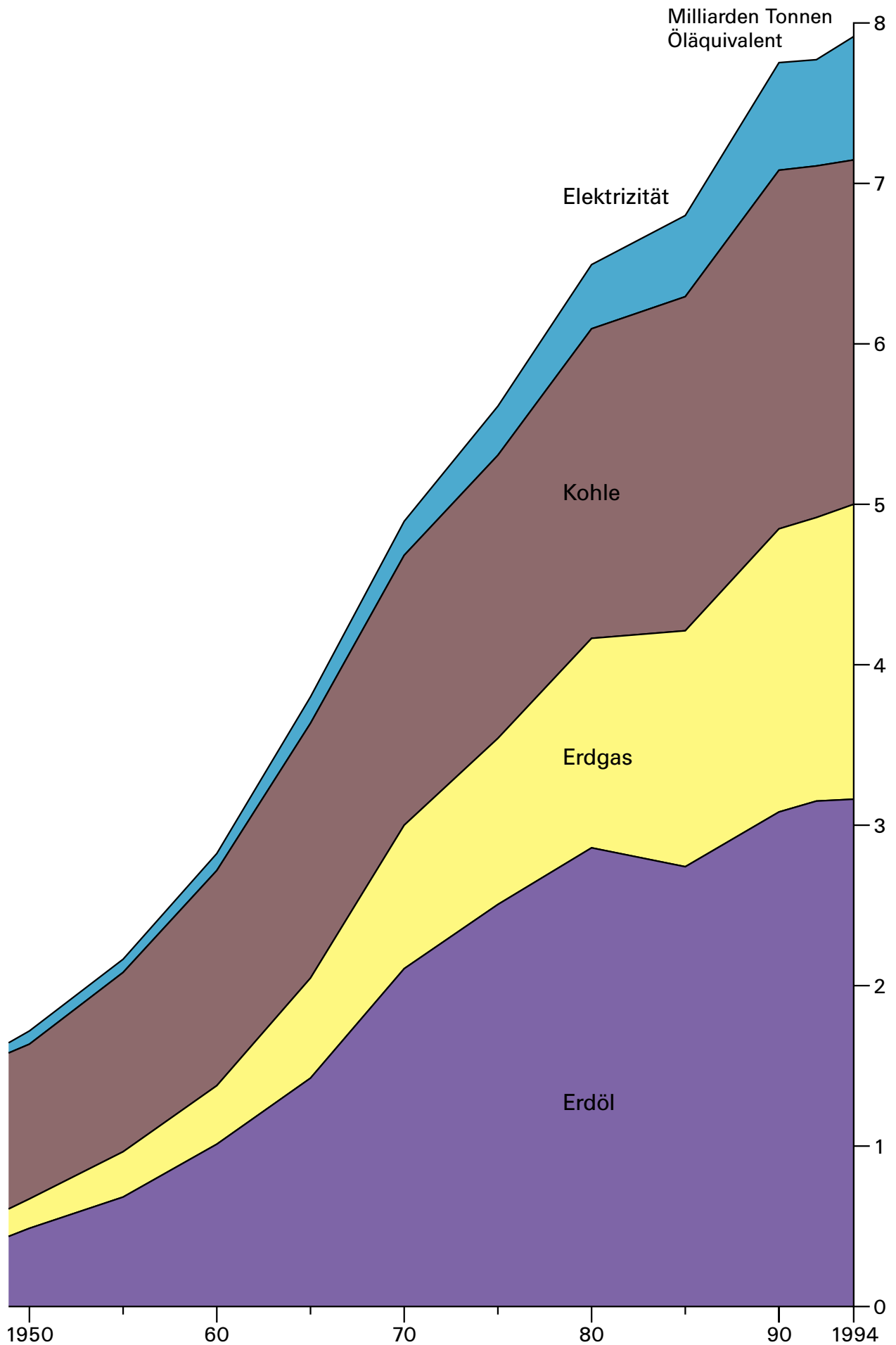


○ Export in Mio. Tonnen

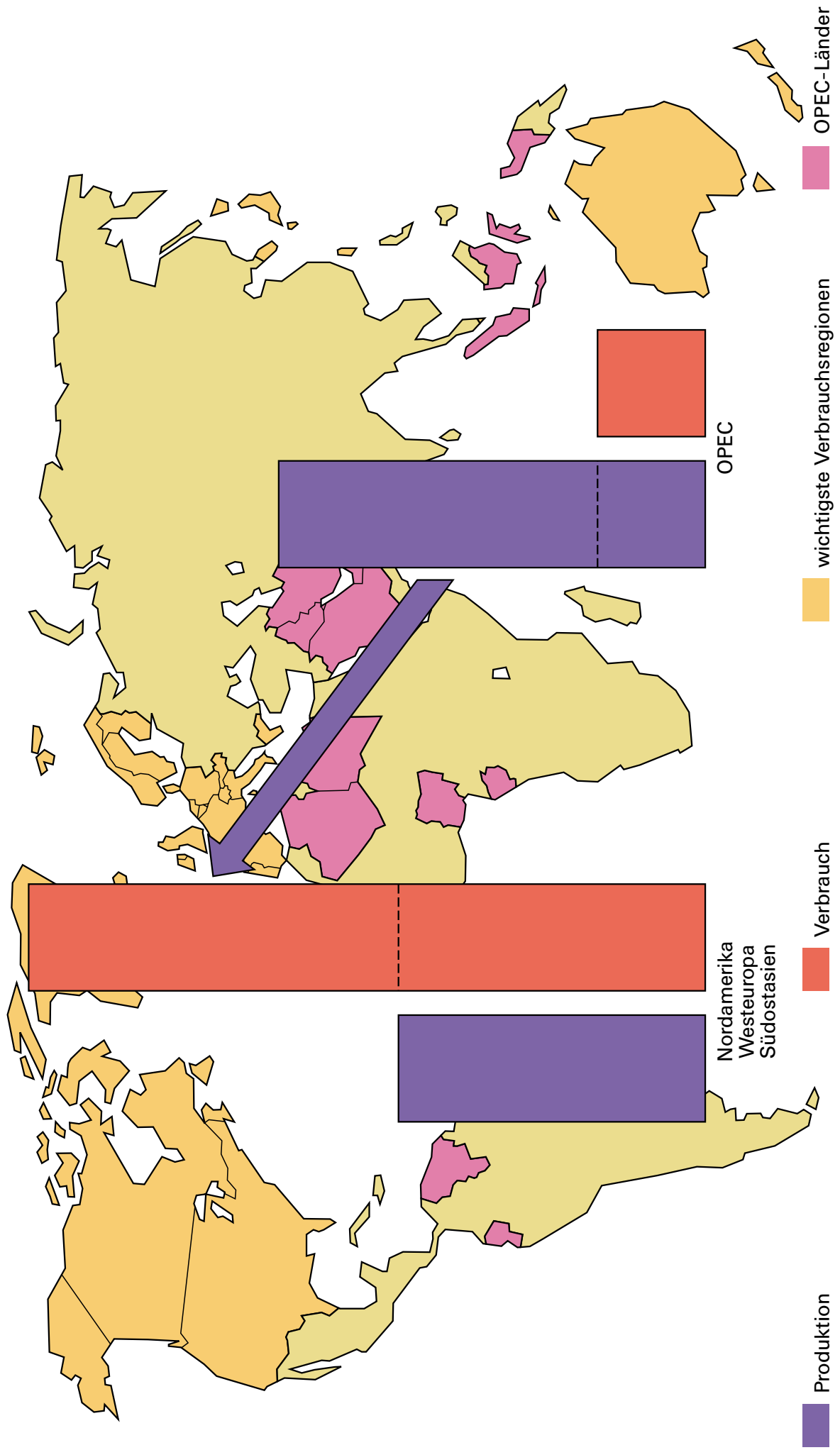
Vom Bohrloch zum Endverbraucher



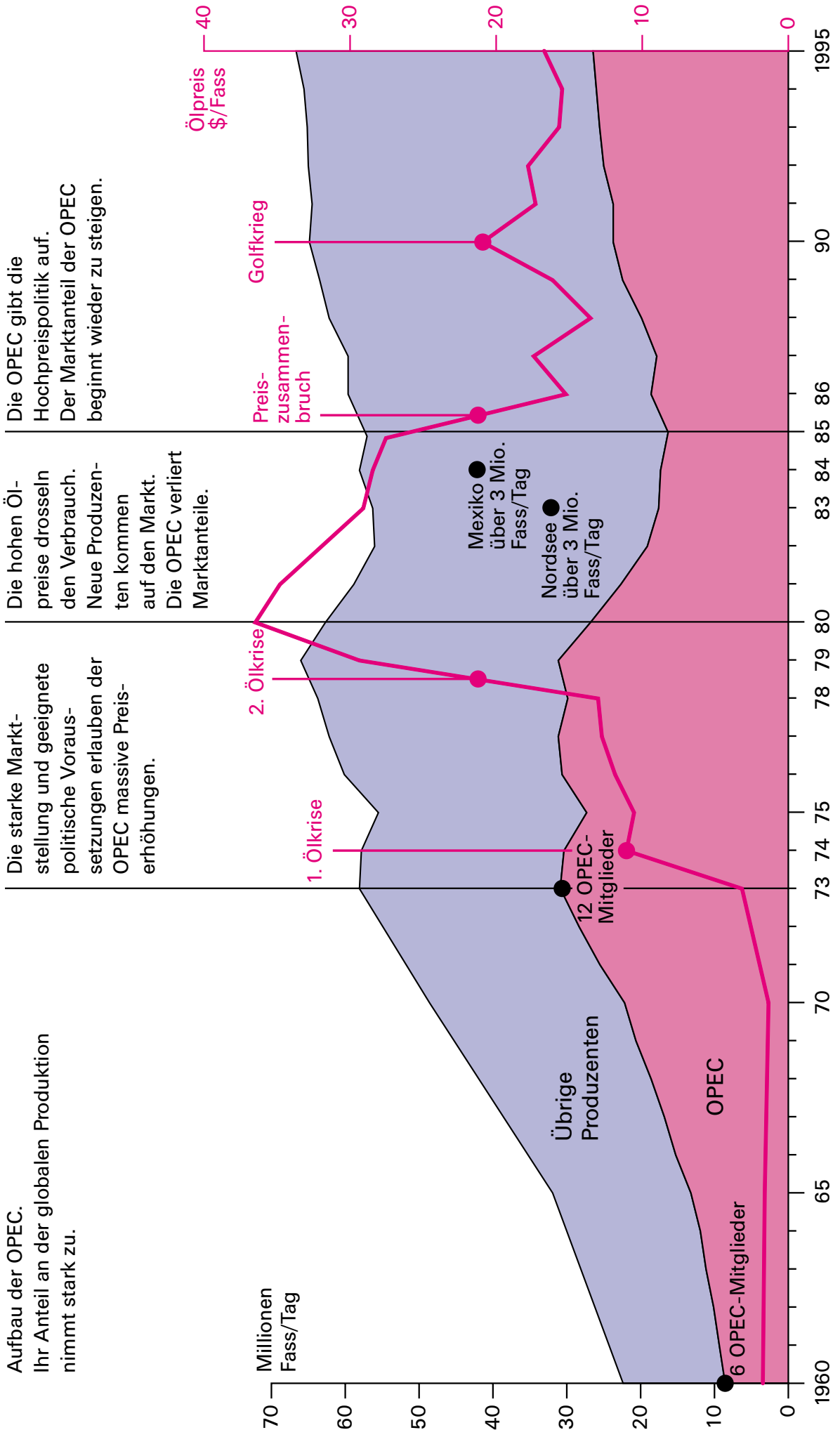
Entwicklung des Welt-Energieverbrauchs (Primärenergie)



Ungleichgewicht in der globalen Ölversorgung



Die Stellung der OPEC auf dem Ölmarkt



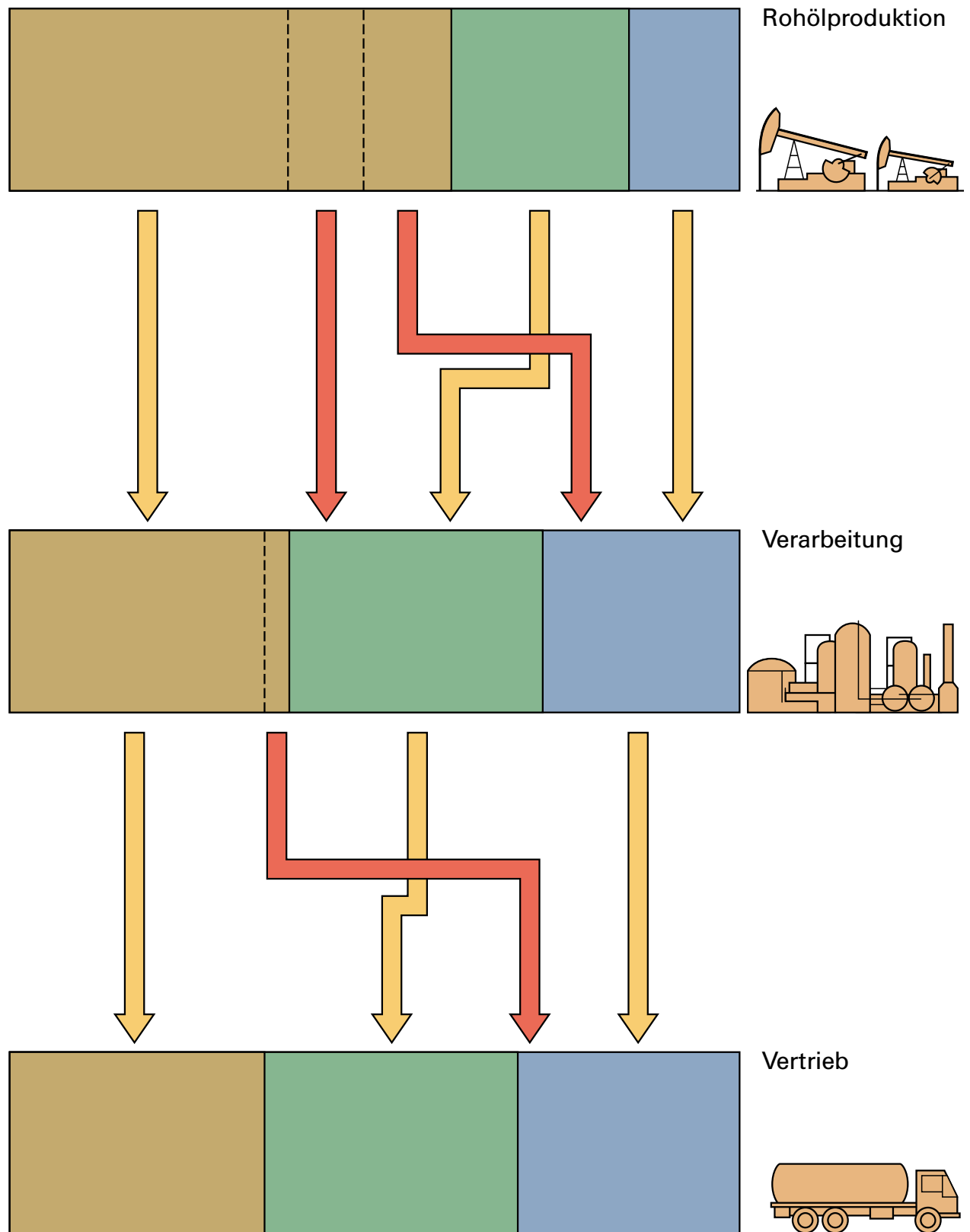
Die OPEC gibt die Hochpreispolitik auf. Der Marktanteil der OPEC beginnt wieder zu steigen.

Die hohen Ölpreise drosseln den Verbrauch. Neue Produzenten kommen auf den Markt. Die OPEC verliert Marktanteile.

Die starke Marktstellung und geeignete politische Voraussetzungen erlauben der OPEC massive Preis erhöhungen.

Aufbau der OPEC. Ihr Anteil an der globalen Produktion nimmt stark zu.

Struktur des internationalen Erdölmarktes

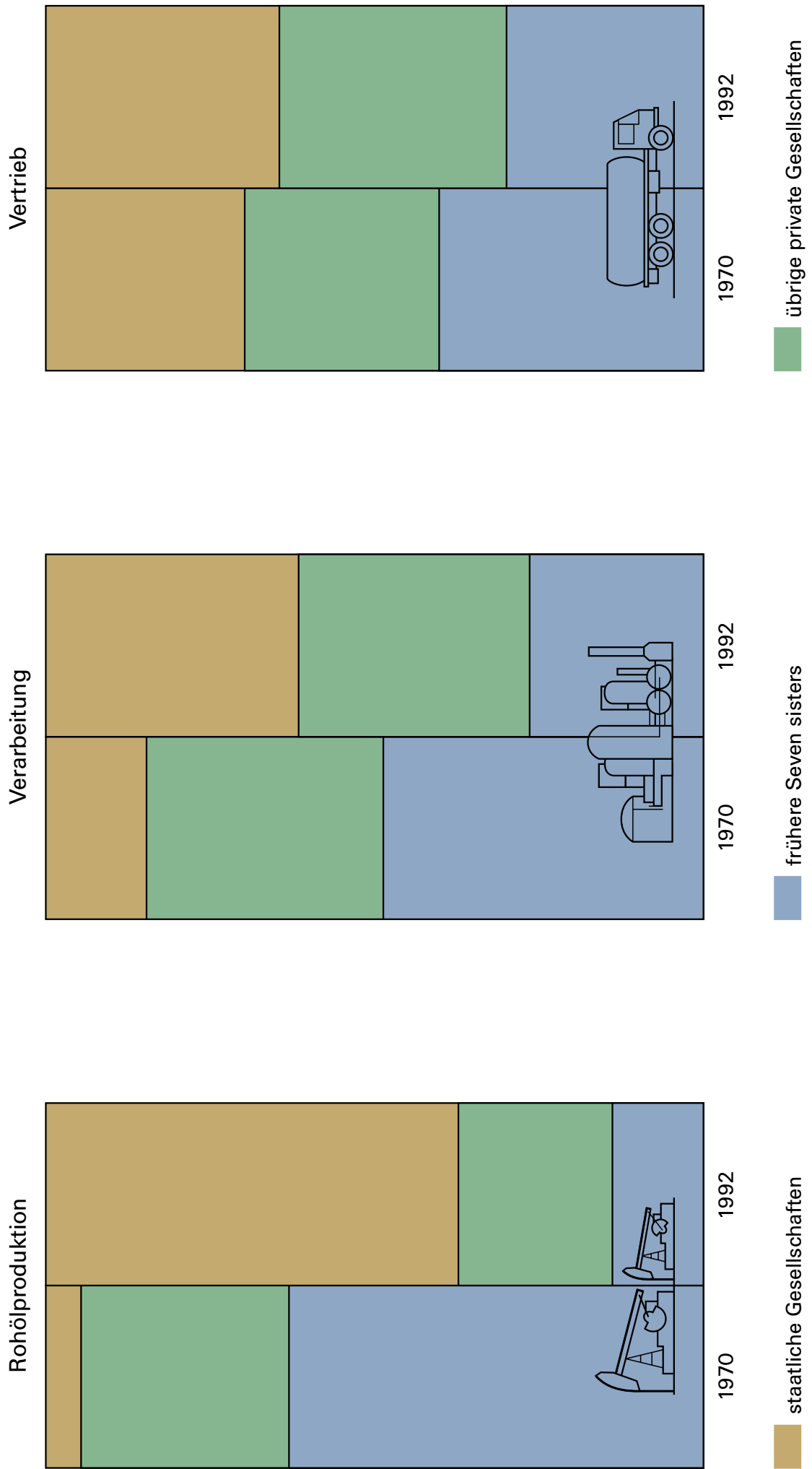


 staatliche Gesellschaften

 übrige private Gesellschaften

 frühere Seven sisters

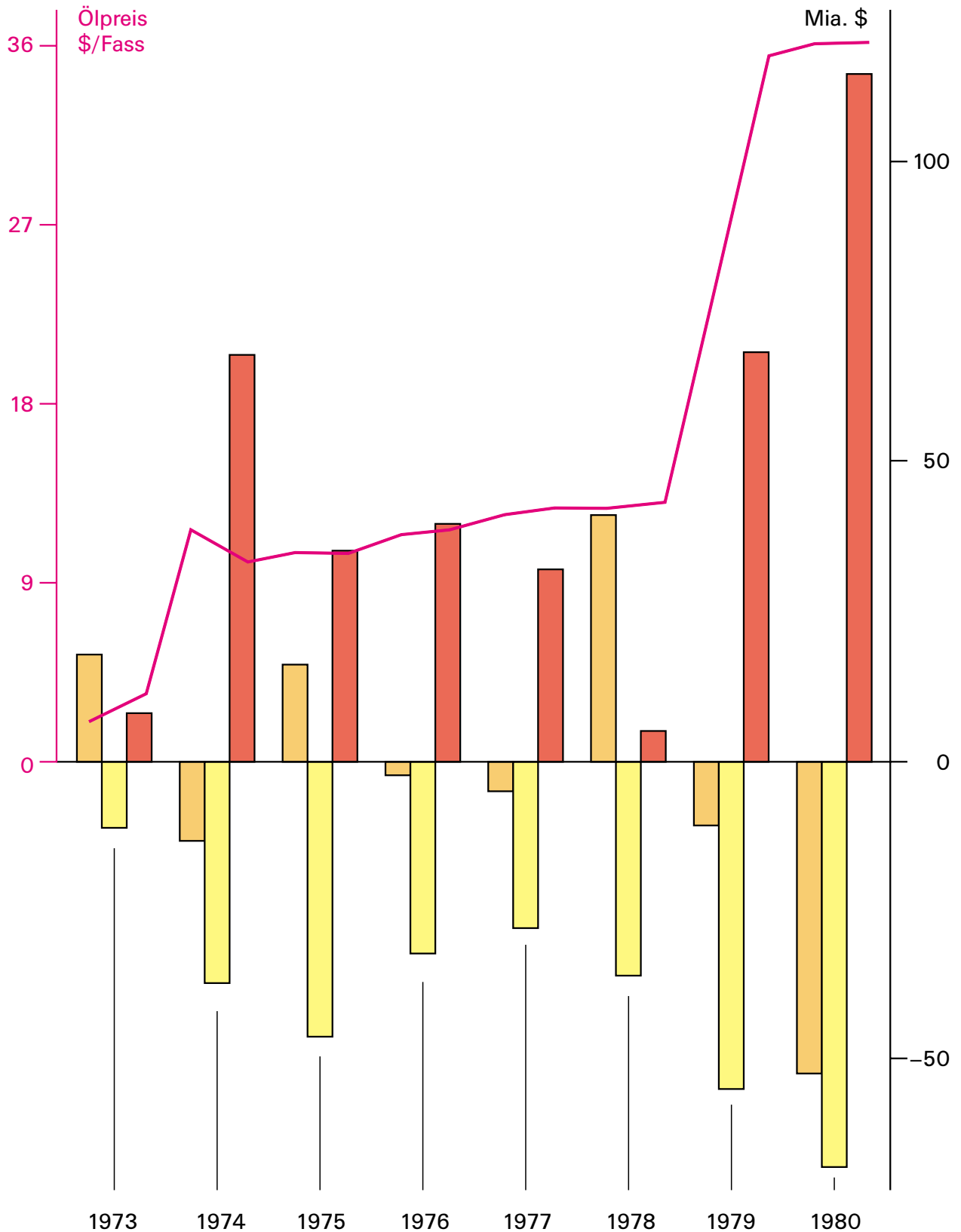
Strukturwandel des Erdölmarktes



Ölpreis und Ertragsbilanzen

Ertragsbilanzen

- Industrieländer
- Nicht ölproduzierende Entwicklungsländer
- Produzentenländer

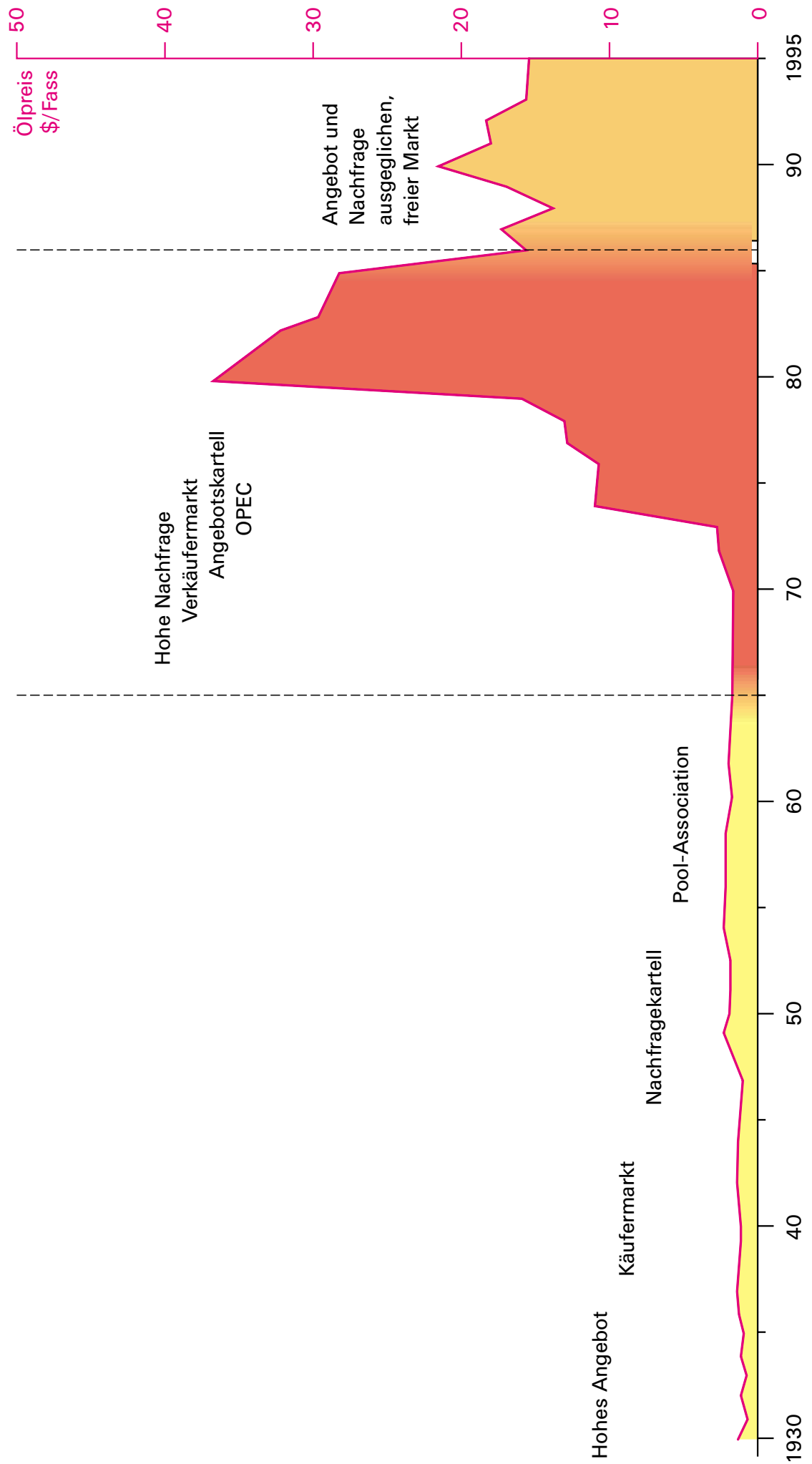


Net-back-Preisbildung

Rohölqualität: Arabian Light
Zeitraum: Januar 1995

Produkt	Ausbeute	Preis	Erlös
	%	spot Rotterdam \$/t	\$
Einsatzmaterial für Petrochemie (Flüssiggase und Naphtha)	5,4	161.–	8.7
Superbenzin	11,9	168.–	20.0
Normalbenzin	4,3	156.–	6.7
Heizöl Extra-Leicht und Dieselöl	40,3	141.–	56.8
Schwere Heizöle	32,8	105.–	34.4
Erlös pro Tonne			126.6
abzüglich:			
Eigenverbrauch der Raffinerie und Verluste	5,3	100.–	5.3
übrige Verarbeitungskosten (\$/t)			2.2
Rohöltransport Golf-Rotterdam (\$/t)			6.7
Net-back-Preis pro Tonne Arabian Light			112.4
Net-back-Preis pro Fass Arabian Light (1 Tonne = 7,3 Fass)			15.4

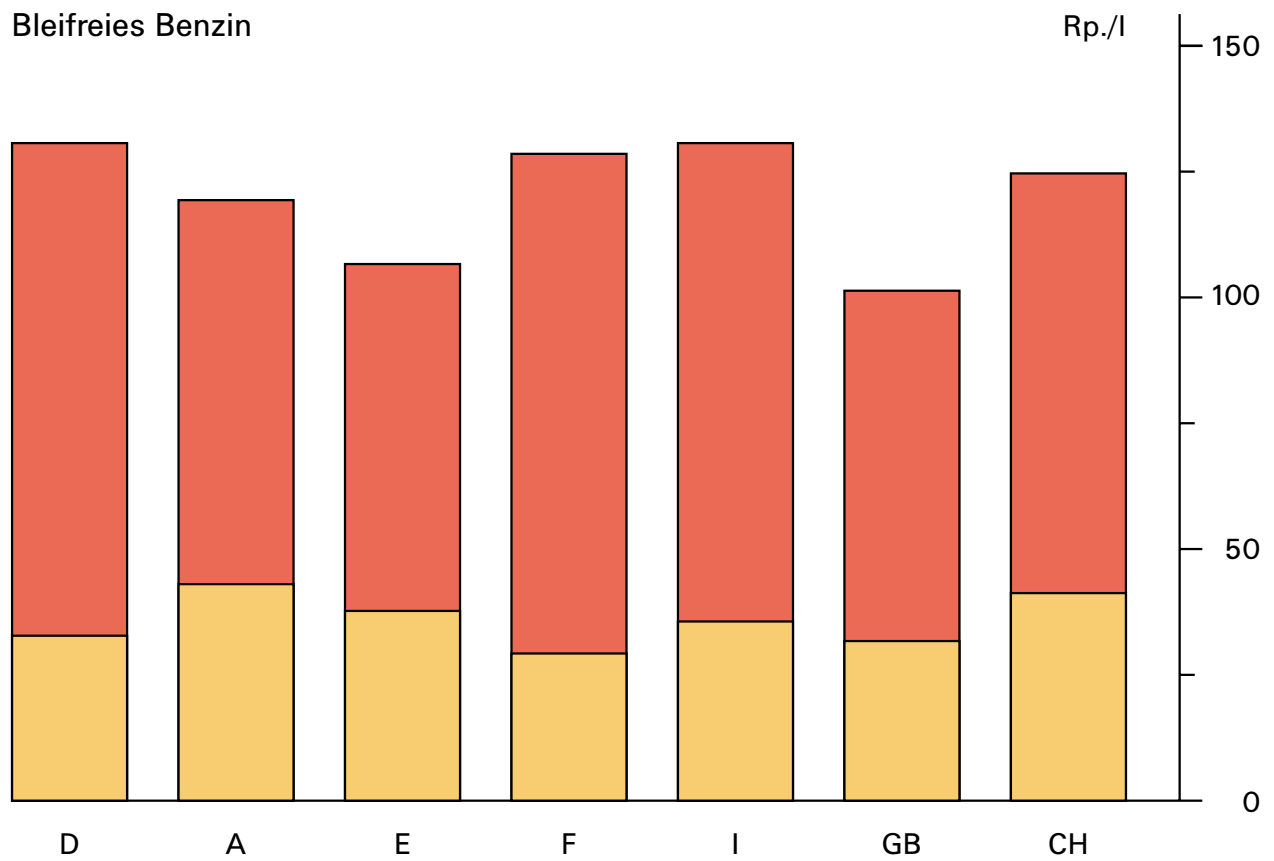
Langfristiger Verlauf der Rohölpreise



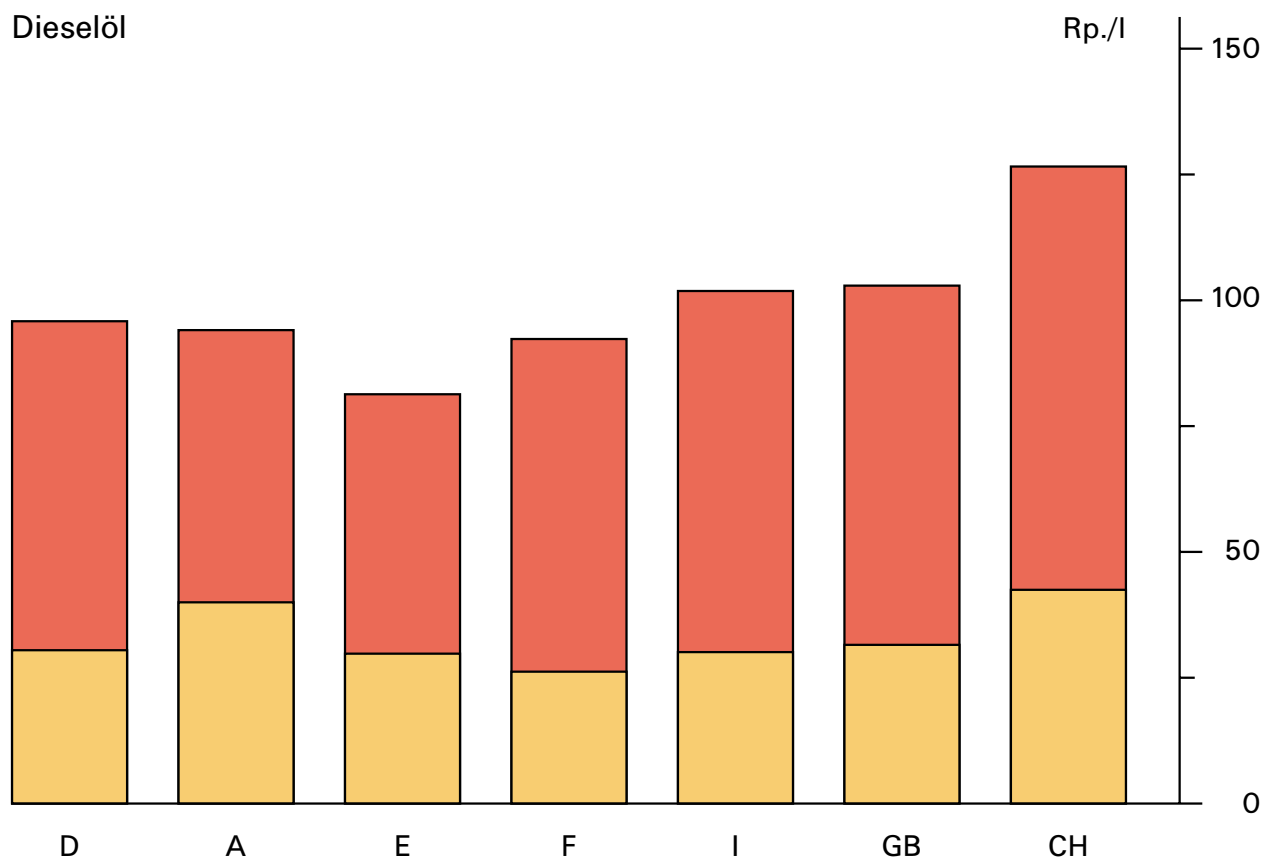
Steuerbelastung von Treibstoffen

Ende 1994

Bleifreies Benzin



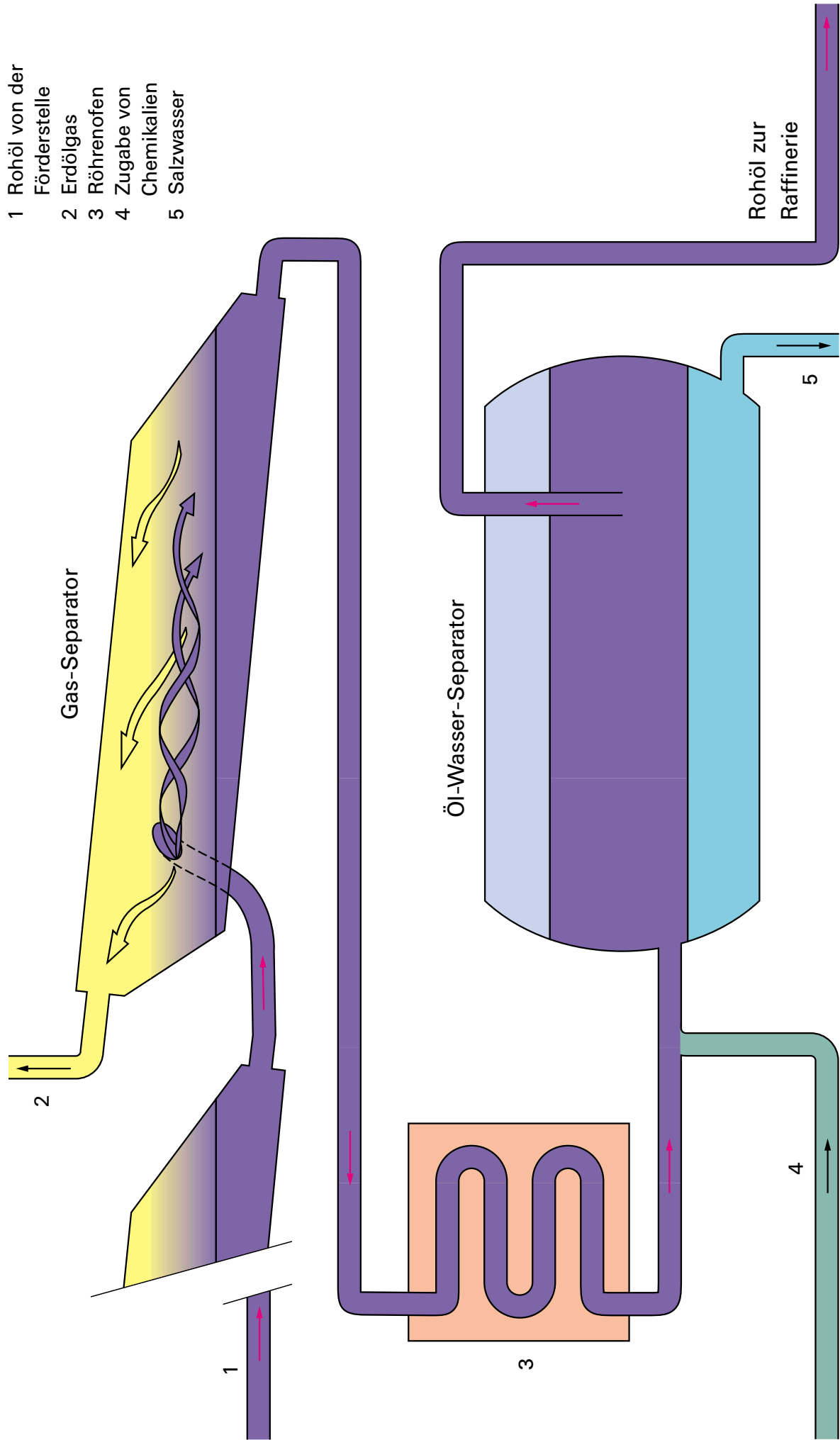
Dieselöl



■ Steuern

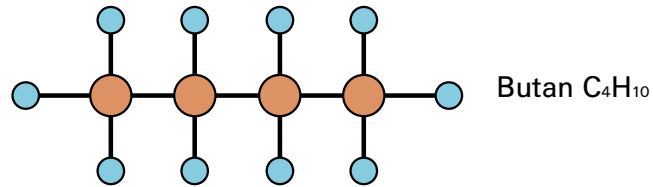
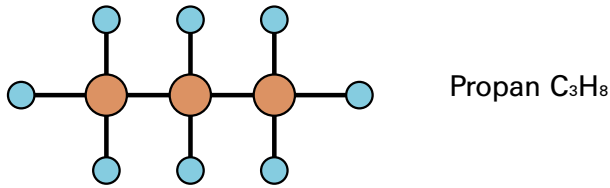
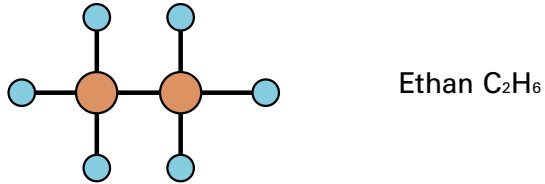
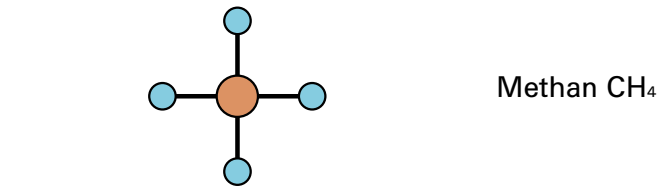
■ Warenwert

Rohöl-Aufbereitung

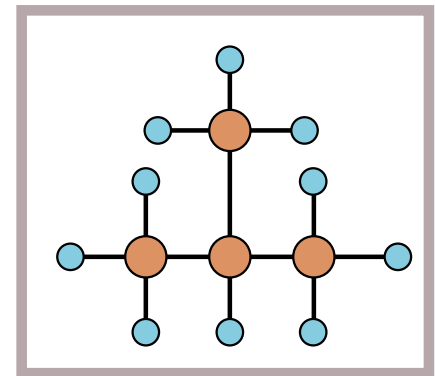


- 1 Rohöl von der Förderstelle
- 2 Erdölglas
- 3 Röhrenofen
- 4 Zugabe von Chemikalien
- 5 Salzwasser

Die Kohlenwasserstoff-Gruppen



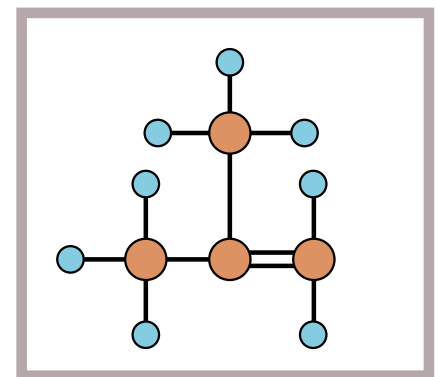
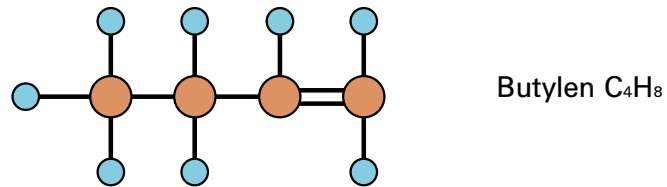
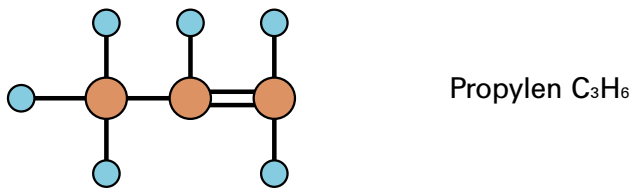
Paraffine



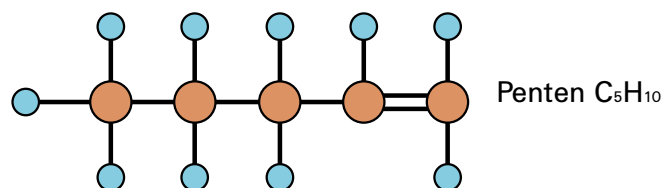
Iso-Butan C_4H_{10}



Olefine



Iso-Butylen C_4H_8



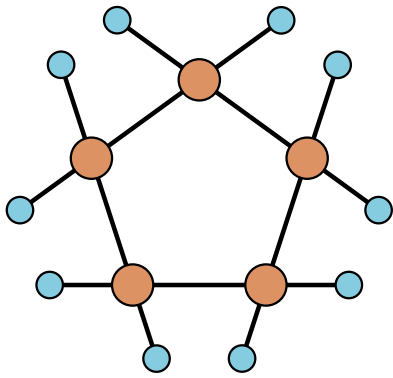
 Kohlenstoff-Atom (C)

 Wasserstoff-Atom (H)

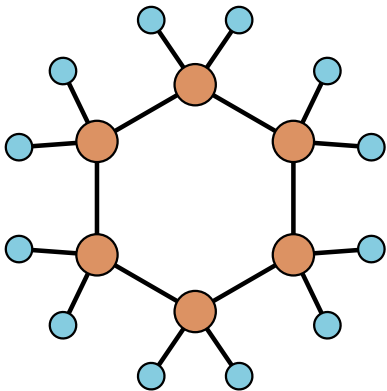
— Einfachbindung

== Doppelbindung

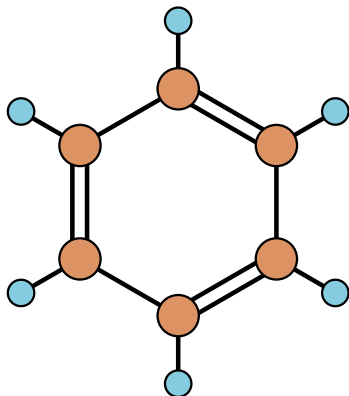
Die Kohlenwasserstoff-Gruppen



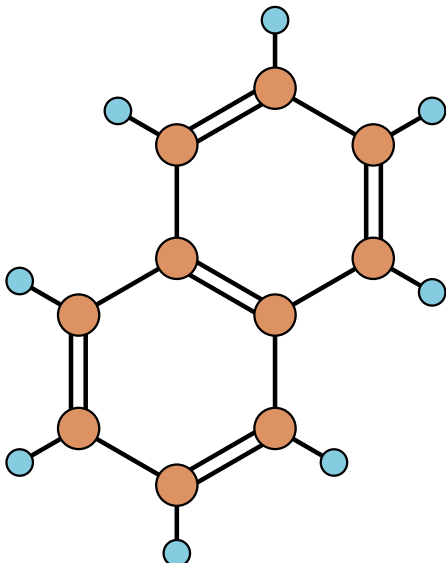
Cyclo-Pentan
C₅H₁₀



Cyclo-Hexan
C₆H₁₂

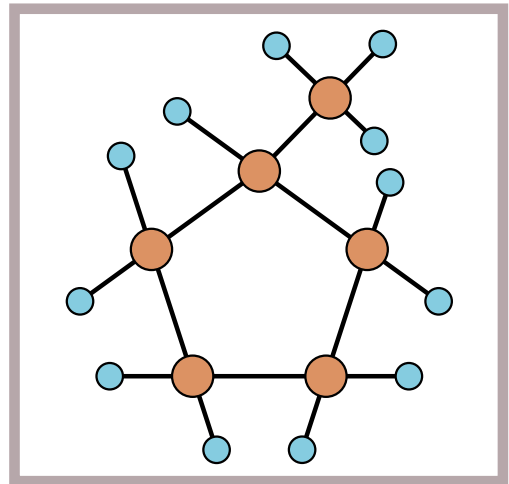


Benzol
C₆H₆



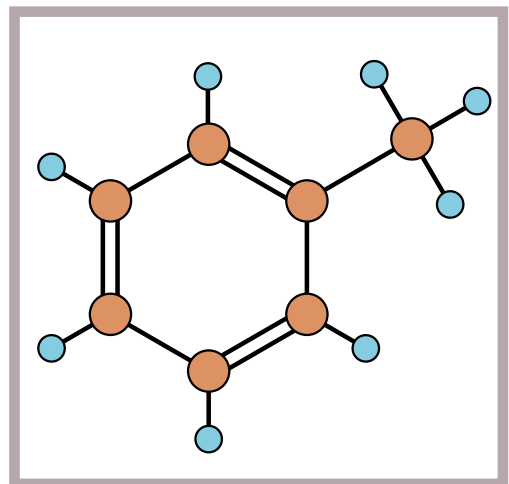
Naphthalin
C₁₀H₈

Naphthene



Methyl-Cyclo-Pentan C₆H₁₂

Aromaten



Toluol C₇H₈

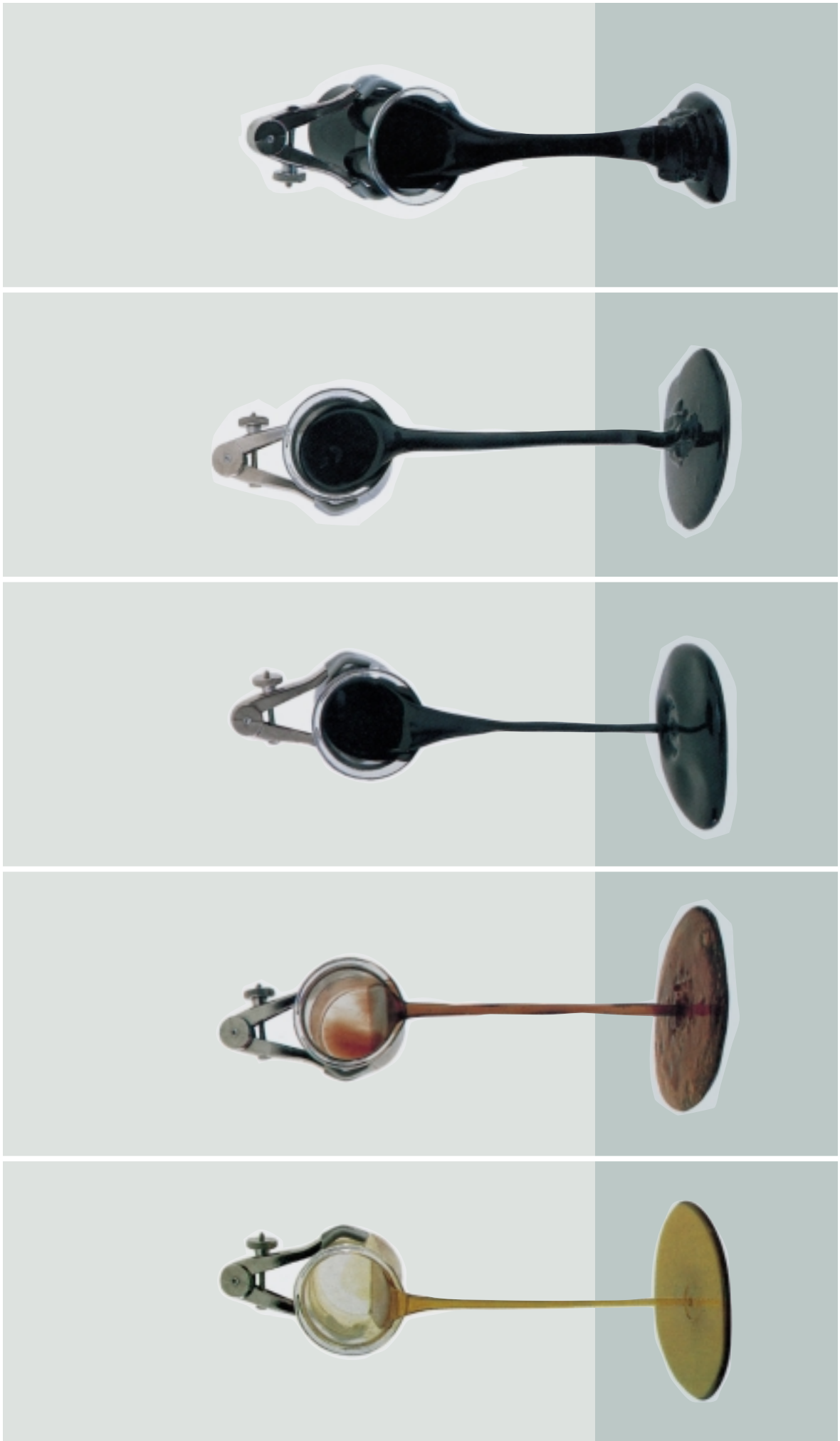
 Kohlenstoff-Atom (C)

 Wasserstoff-Atom (H)

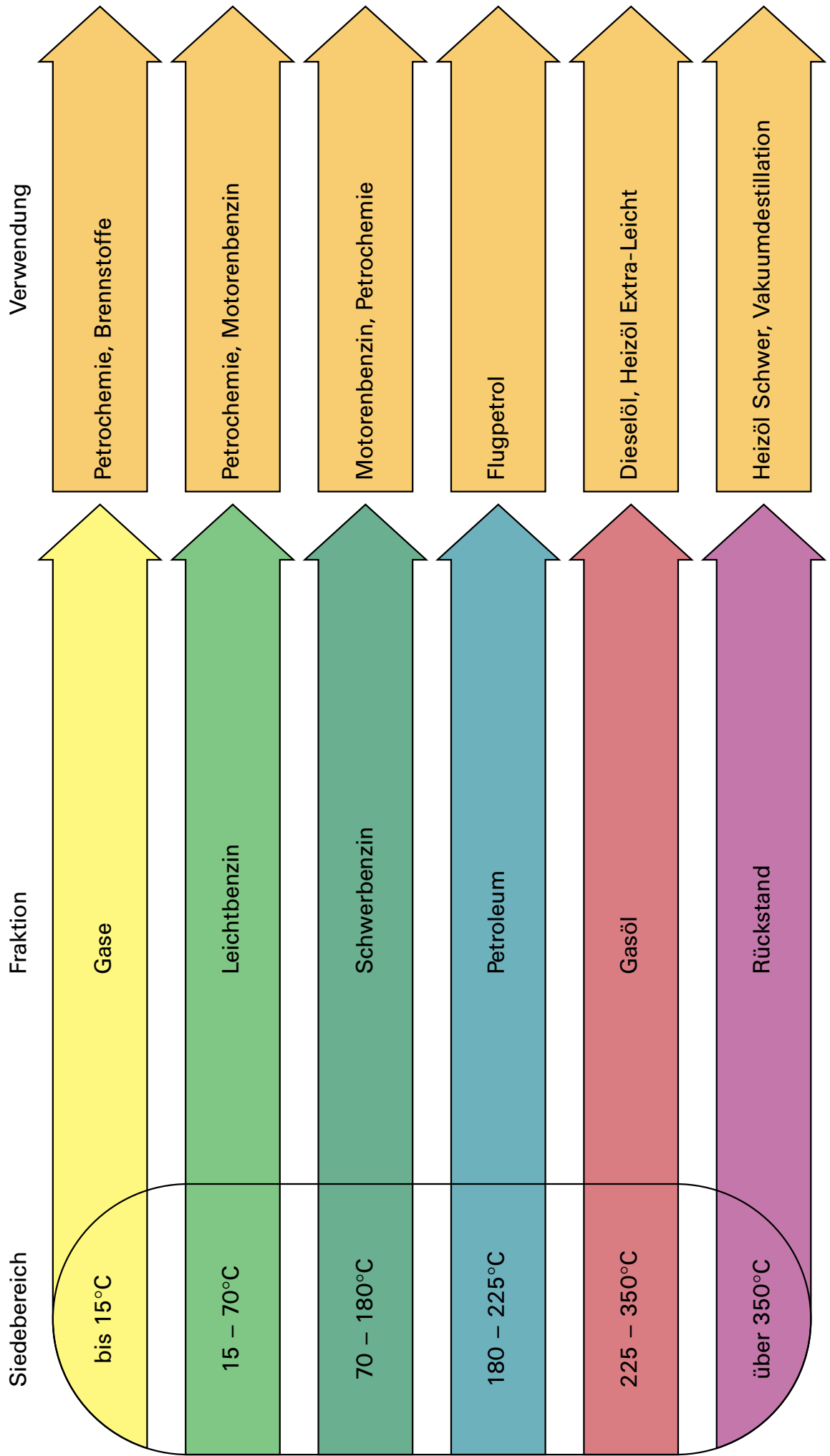
— Einfachbindung

== Doppelbindung

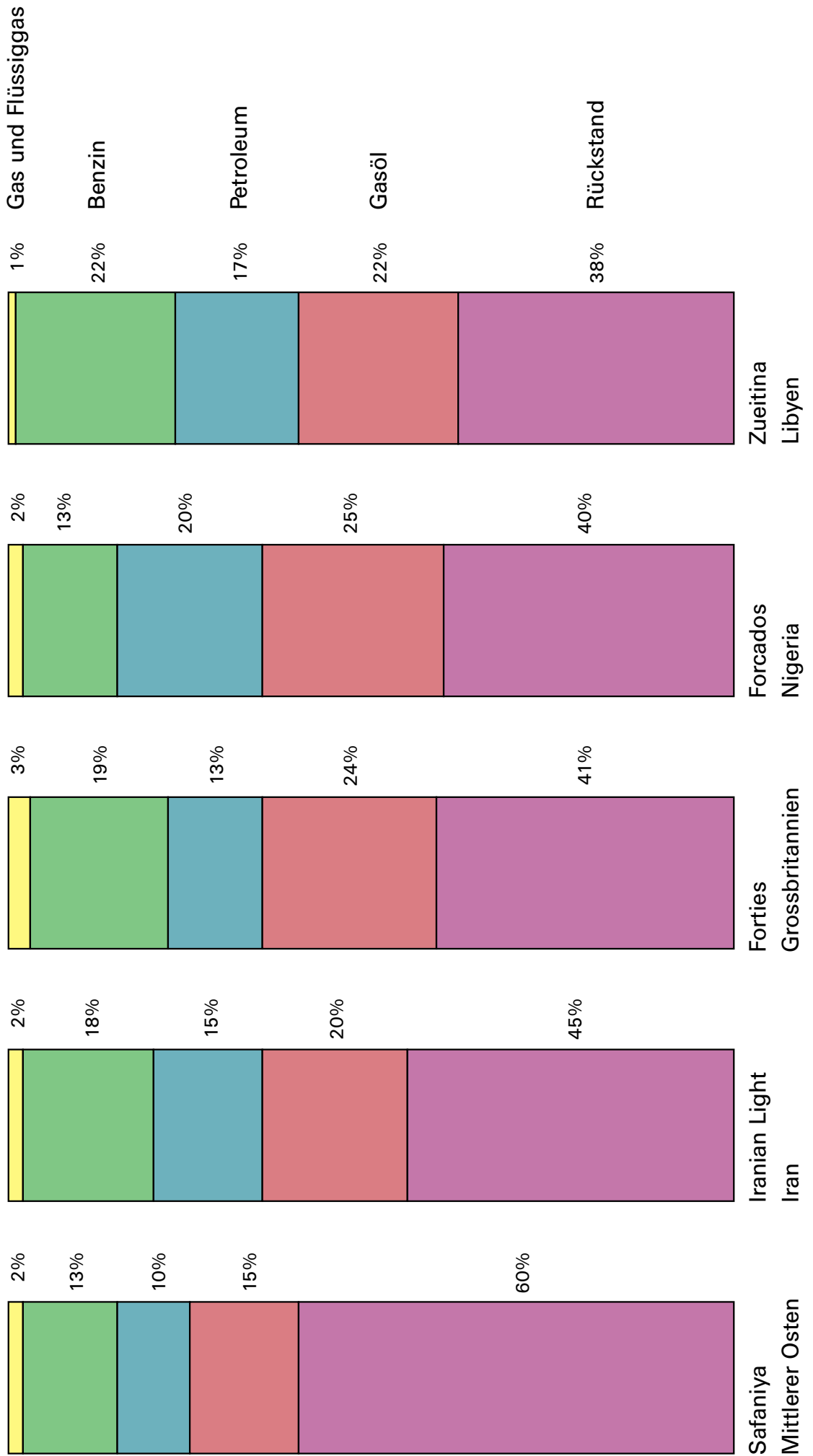
Rohölsorten



Siedebereiche und Fraktionen



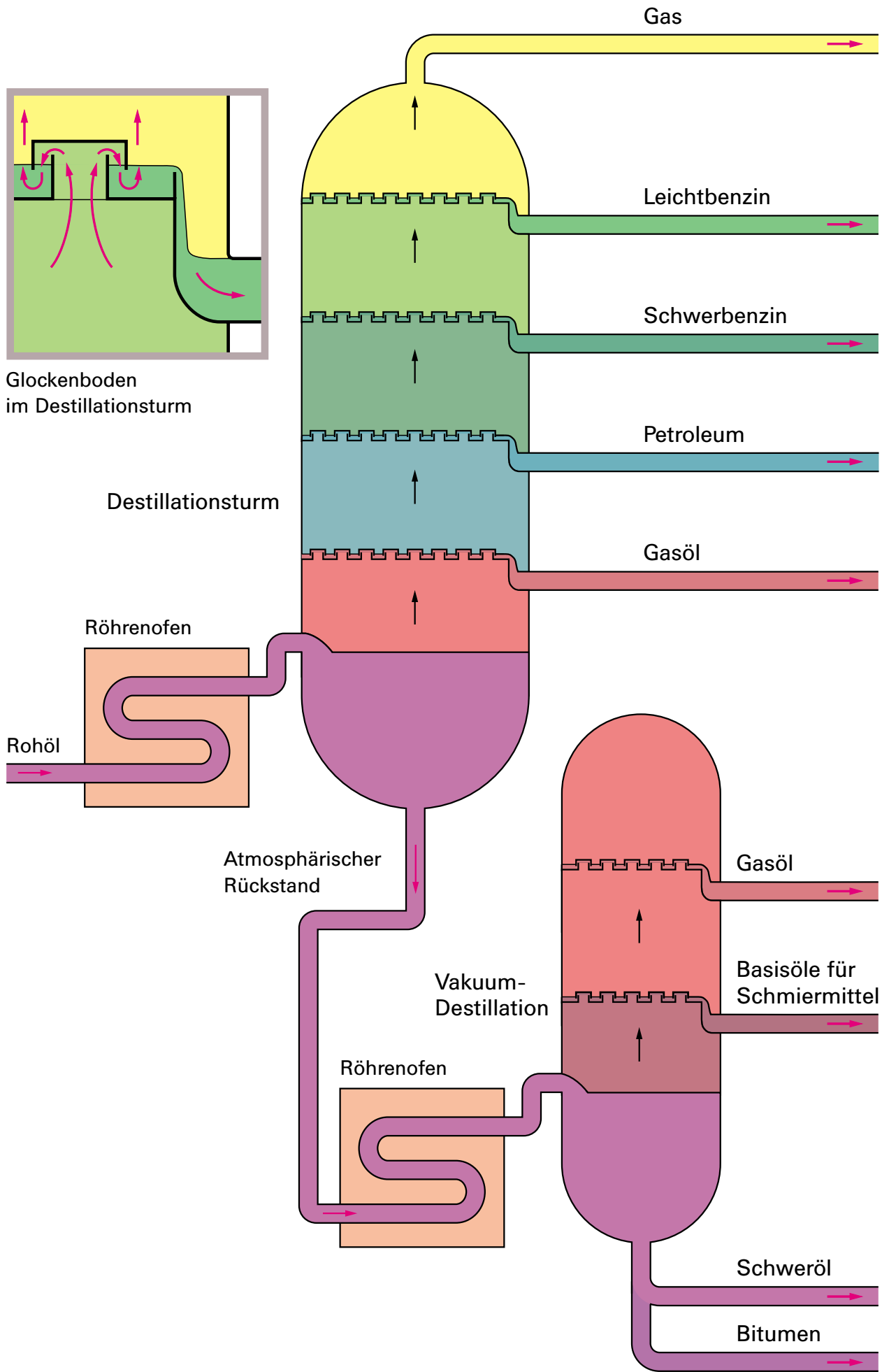
Produkteanteile verschiedener Rohölsorten



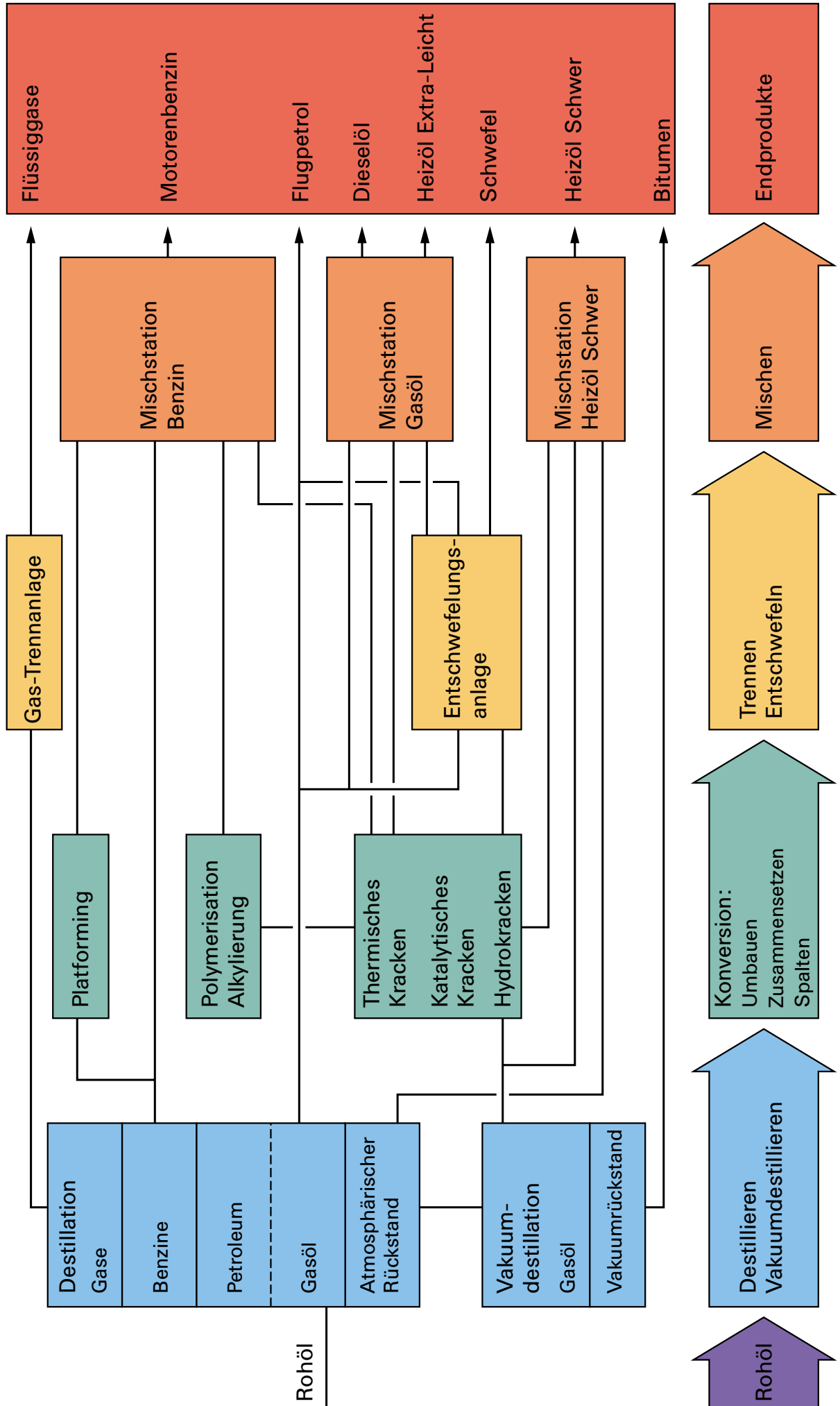
Raffinerieanlage



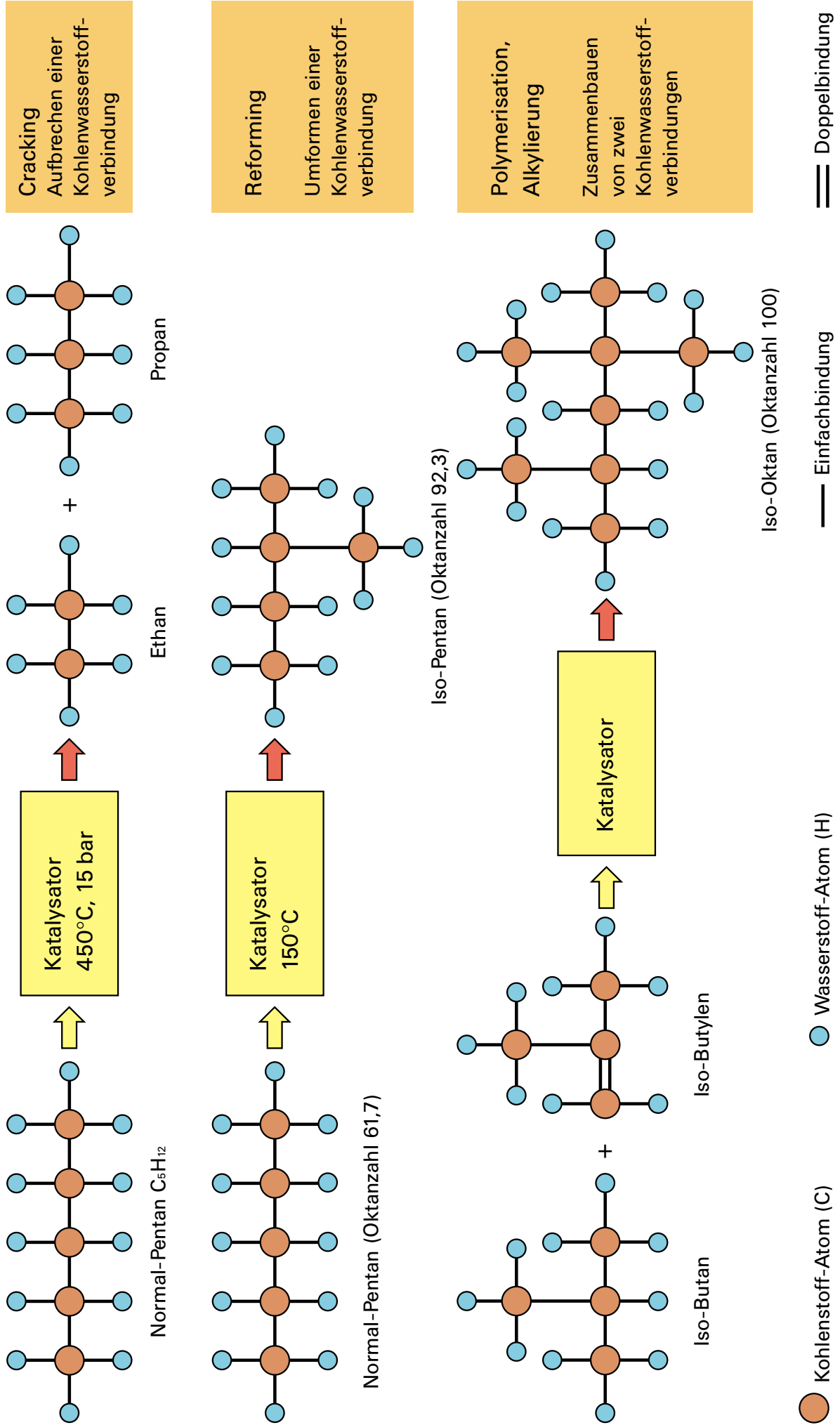
Destillation von Rohöl



Schema einer Raffinerie



Konversionsverfahren



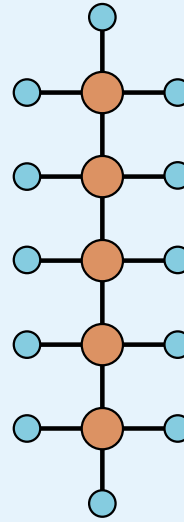
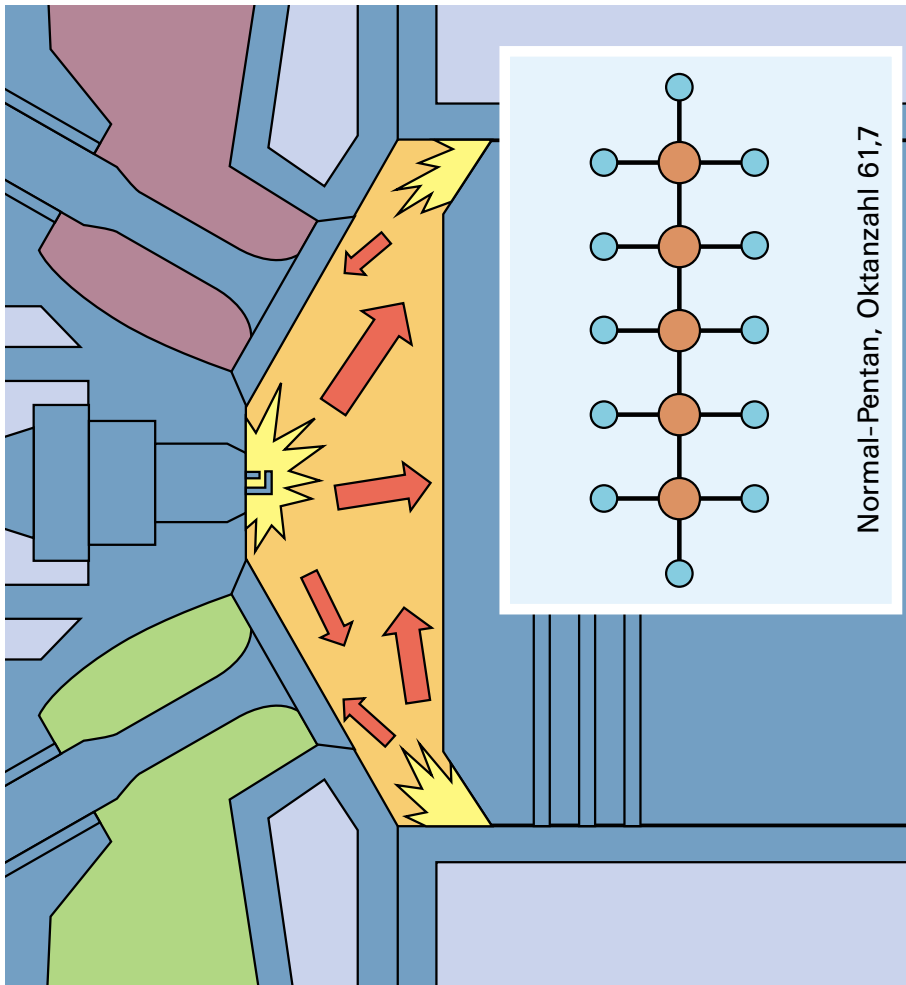
Cracking
Aufbrechen einer Kohlenwasserstoff-
verbindung

Reforming
Umformen einer Kohlenwasserstoff-
verbindung

Polymerisation,
Alkylierung
Zusammenbauen von zwei Kohlenwasserstoff-
verbindungen

Das Klopfen im Benzinmotor

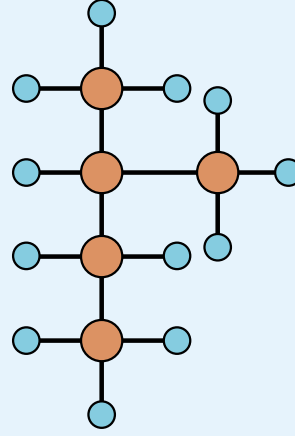
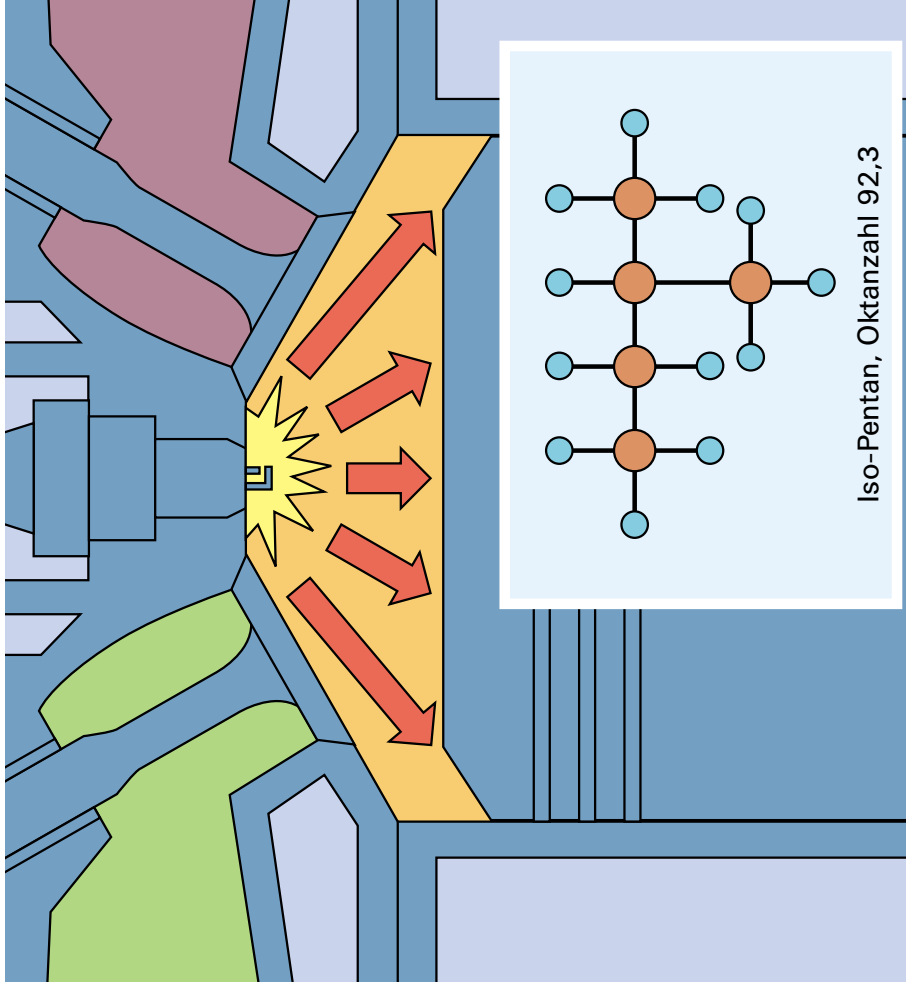
Oktoberarmes Benzin



Normal-Pentan, Oktanzahl 61,7

Unkontrollierter (klopfender) Verbrennungsablauf
Überhitzung und Beschädigung der mechanischen Teile
Verminderung der Antriebskraft

Oktoberreiches Benzin



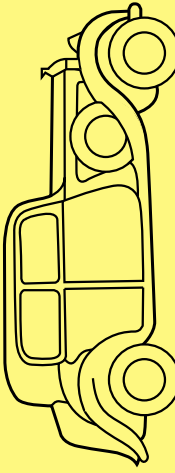
Iso-Pentan, Oktanzahl 92,3

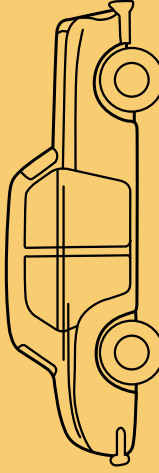
Gleichmässiger Verbrennungsablauf
Gleichmässige Flammenfront
Optimale Ausnutzung der Antriebskraft

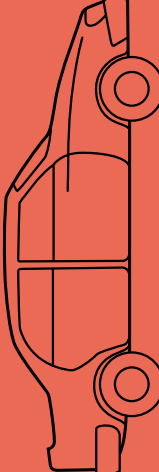
CFR-Motor



Verbrauch, Verdichtung, Oktanzahl

		1935	12	1 : 5,5	69	-
Verbrauch l/100km						
Verdichtungs- verhältnis						
Oktanzahl						
Massnahmen zur Erhöhung der Oktanzahl						

		1955	10	1 : 8	85	Raffinationsverfahren, Bleiadditive
Verbrauch l/100km						
Verdichtungs- verhältnis						
Oktanzahl						
Massnahmen zur Erhöhung der Oktanzahl						

		1995	8,2	1 : 10	95	Neue Raffinationsverfahren, nichtmetallische Additive
Verbrauch l/100km						
Verdichtungs- verhältnis						
Oktanzahl						
Massnahmen zur Erhöhung der Oktanzahl						



Paraffinkristalle in Dieselöl

Flugpetrol



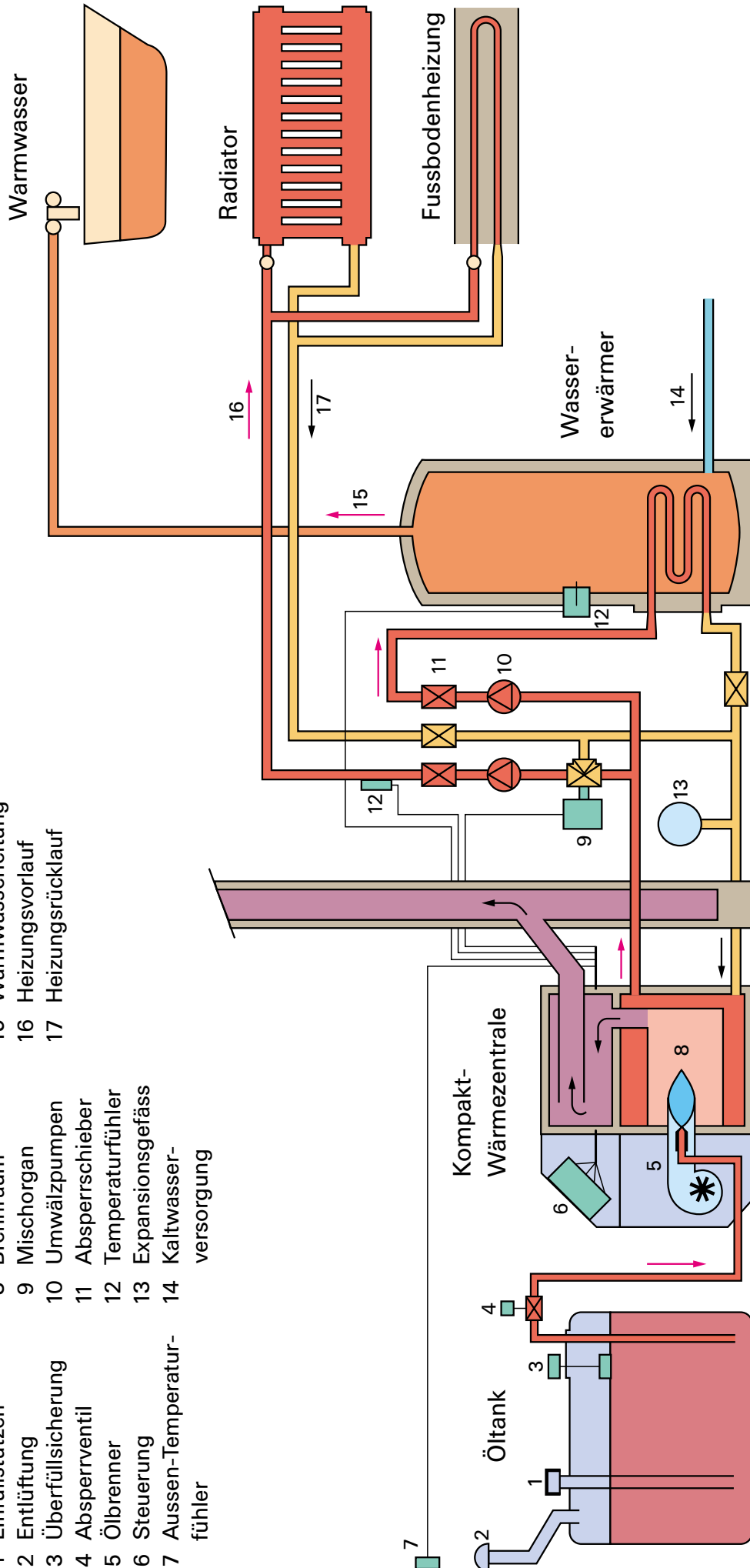
Flüssiggasabfüllstelle



Prinzip einer Ölheizung

- 1 Einfüllstutzen
- 2 Entlüftung
- 3 Überfüllsicherung
- 4 Absperrventil
- 5 Ölbrenner
- 6 Steuerung
- 7 Aussen-Temperaturfühler
- 8 Brennraum
- 9 Mischorgan
- 10 Umwälzpumpen
- 11 Absperrschieber
- 12 Temperaturfühler
- 13 Expansionsgefäß
- 14 Kaltwasser-versorgung

- 15 Warmwasserleitung
- 16 Heizungs- vorlauf
- 17 Heizungs- rücklauf



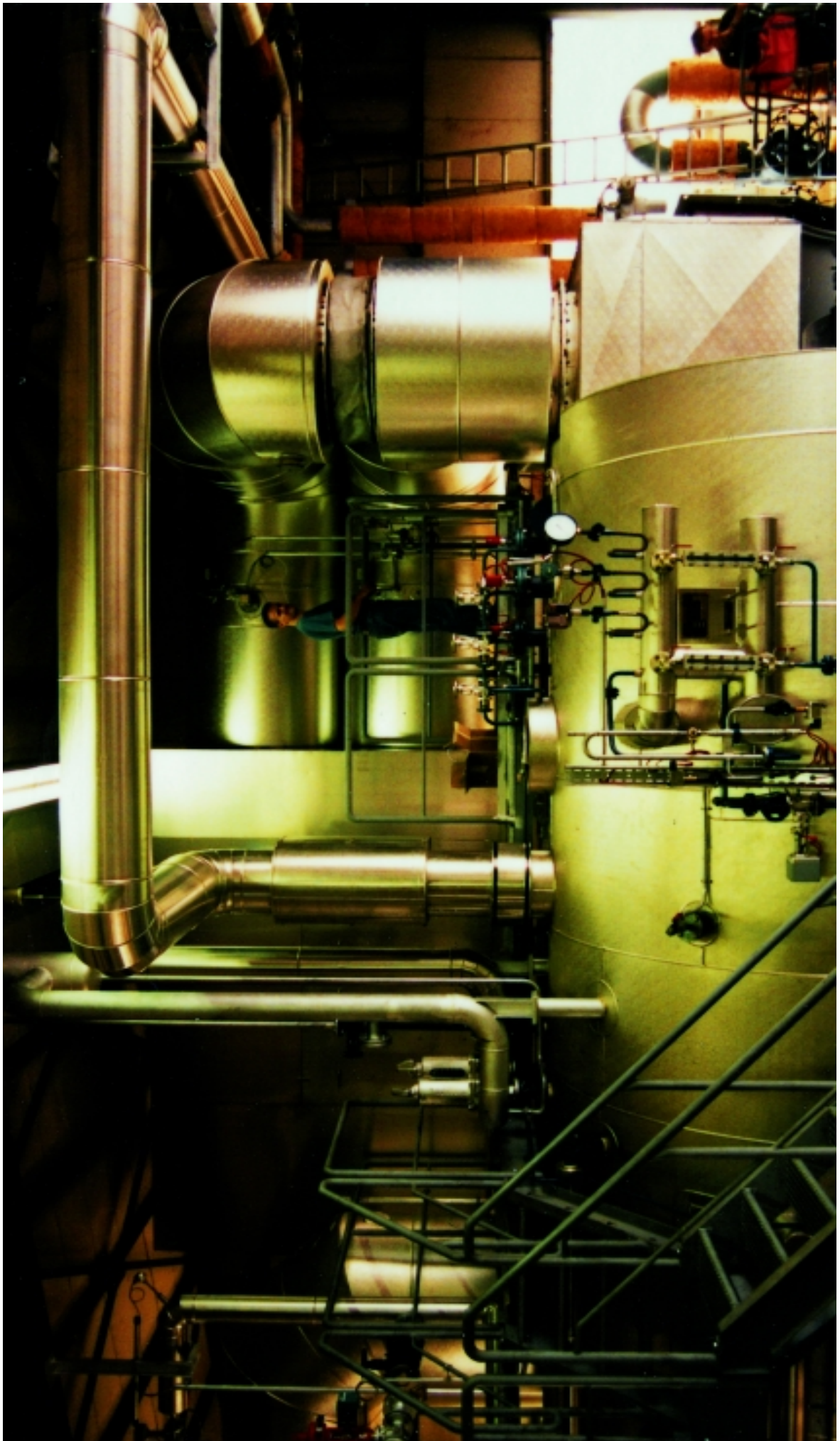
Brennstoff-
versorgung

Wärme-
erzeugung

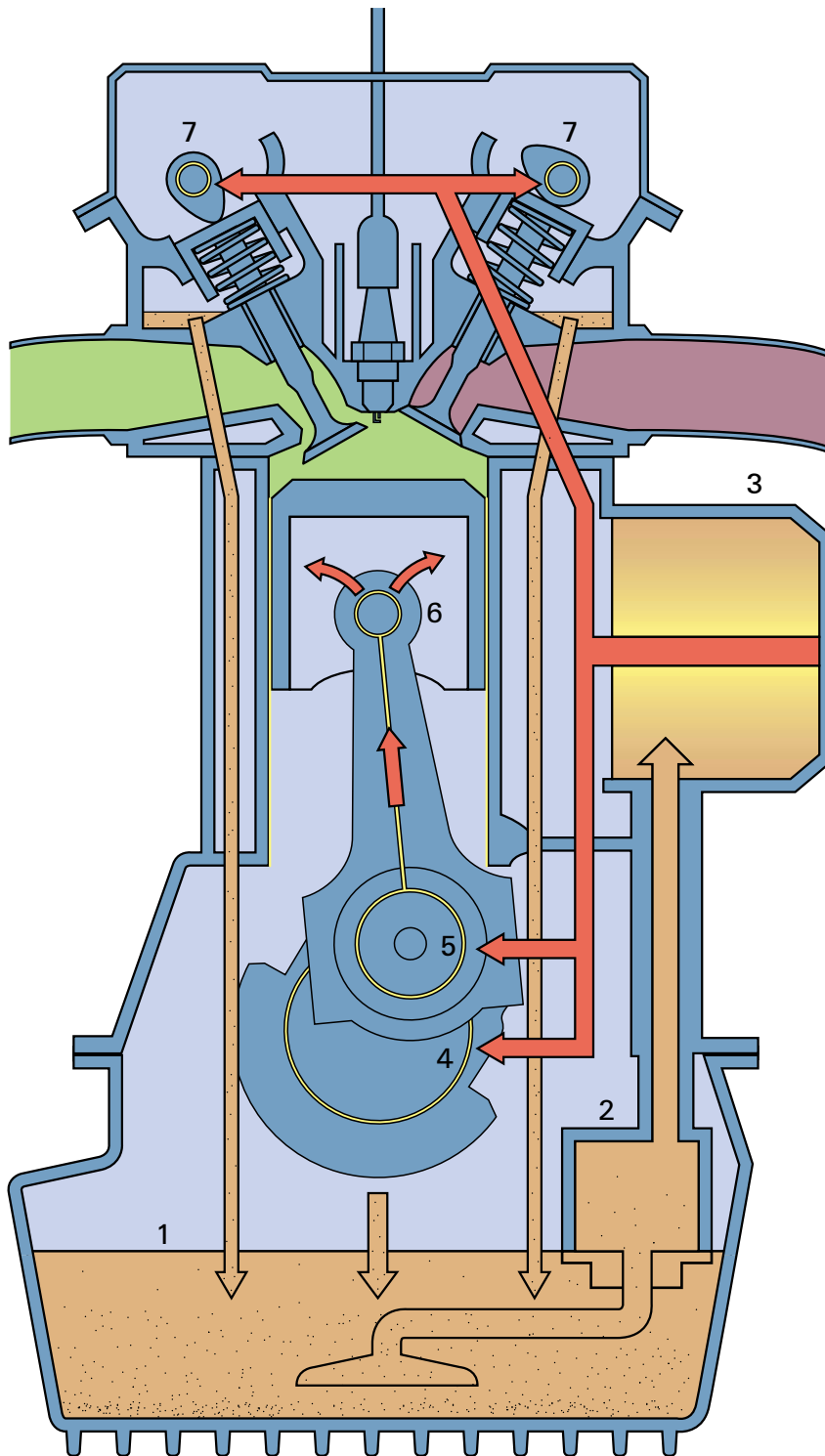
Wasser-
erwärmung

Warmwasser-,
Wärmeabgabe

Schweröl-Feuerung



Schmieröle



Kühlen
Wärme aus den Reibungsflächen der Motorenteile abführen (Temperaturen zwischen 80°C bis 300°C)

Abdichten
Hohlräume zwischen Kolben und Zylinderwand schliessen. Bessere Wirkung der Explosion.

Schmieren
Reibung vermindern, leichtes Gleiten und weniger Verschleiss der Motorenteile.

Korrosionsschutz
Rost verhindern, saure Verbrennungsprodukte neutralisieren

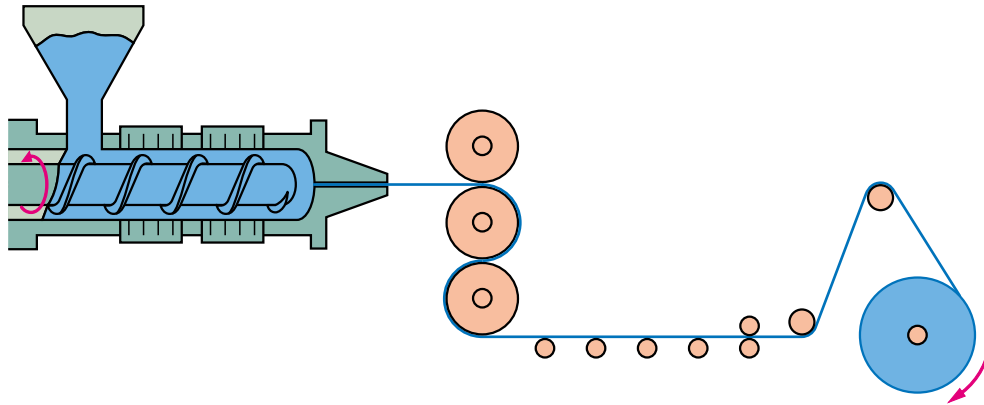
Reinigen
Metallabrieb, Staub und Verbrennungsprodukte aufnehmen

- 1 Ölwanne
- 2 Ölsieb
- 3 Ölfilter
- 4 Kurbelwellenlager
- 5 Pleuellager
- 6 Kolben
- 7 Nockenwellen

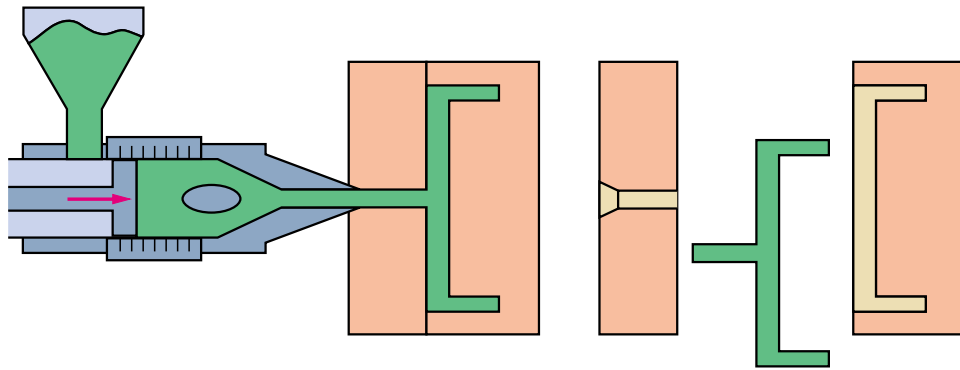
Querschnitt Bitumenbelag



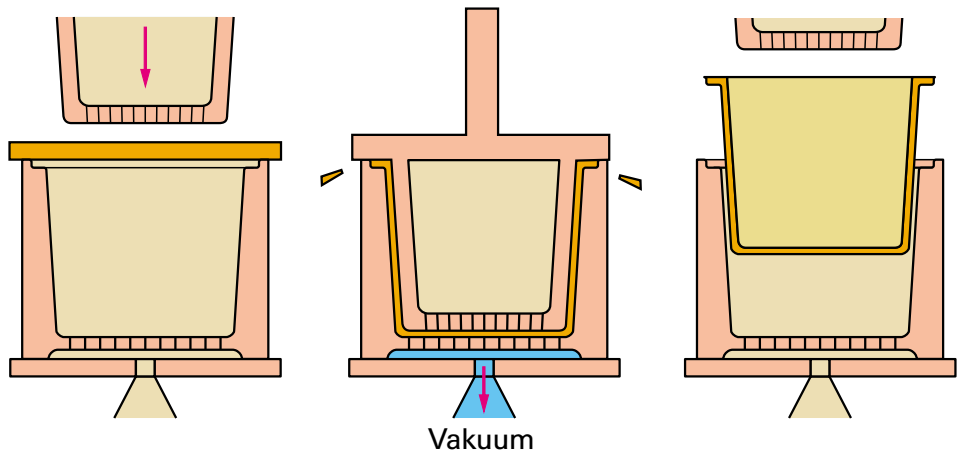
Herstellungsverfahren für Plastikprodukte



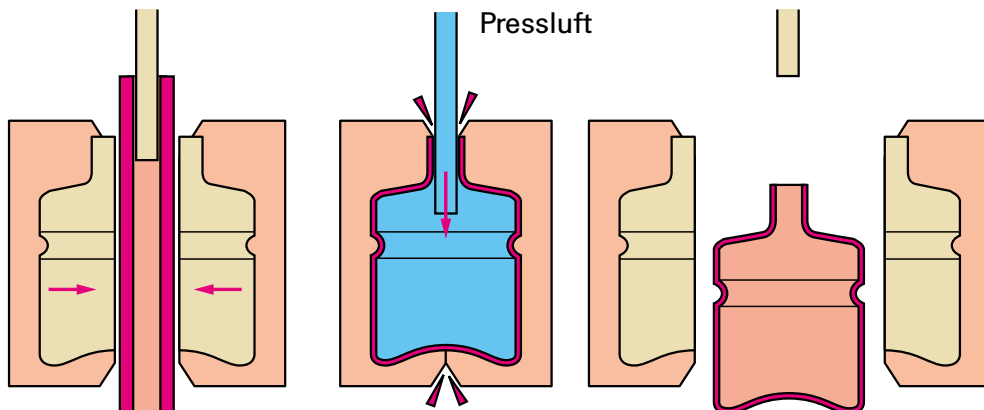
Strangpressen
für schlauchförmige oder flache Folien



Spritzgießen
für Vollgussteile

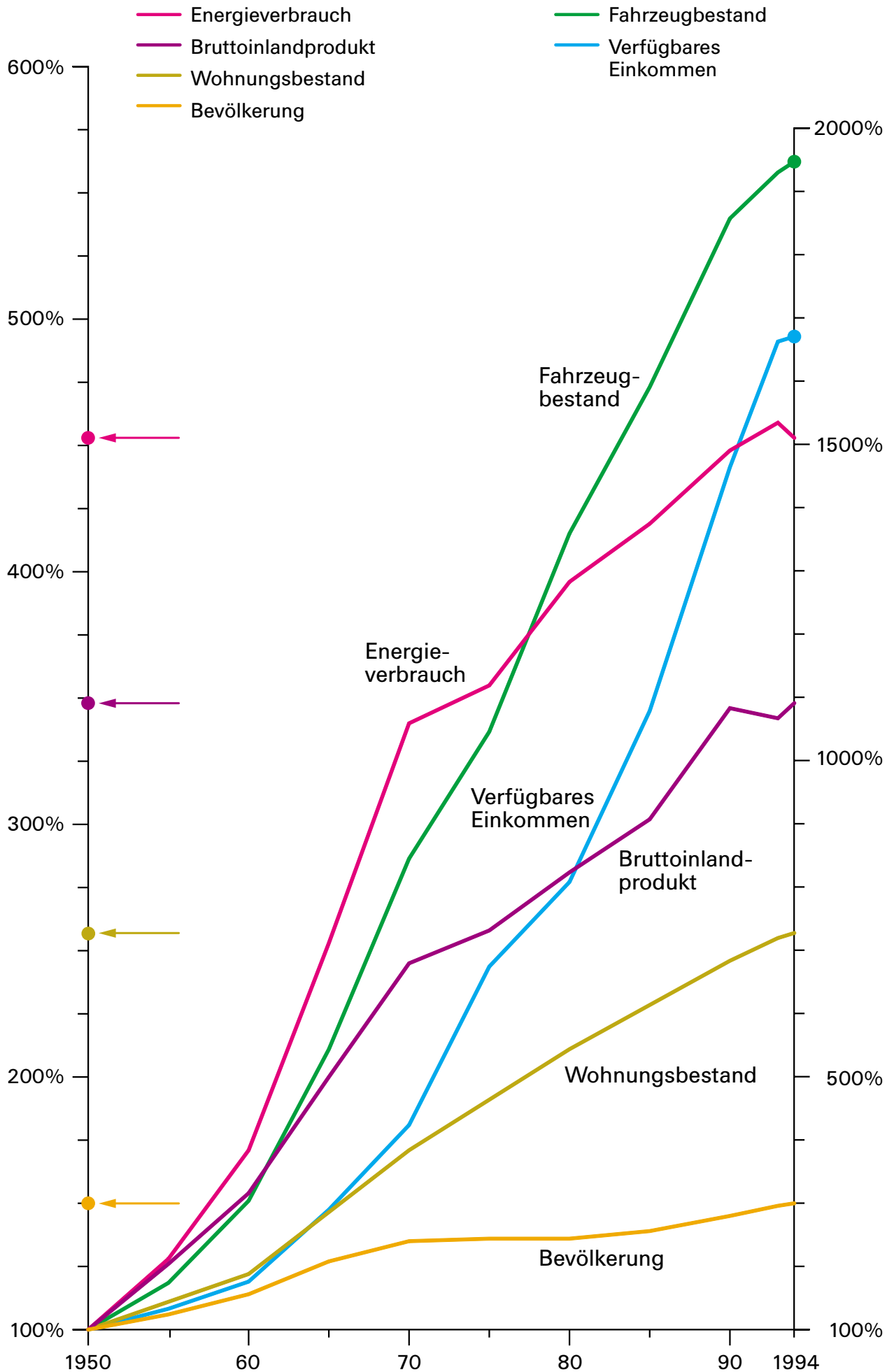


Tiefziehen
für offene Gefäße

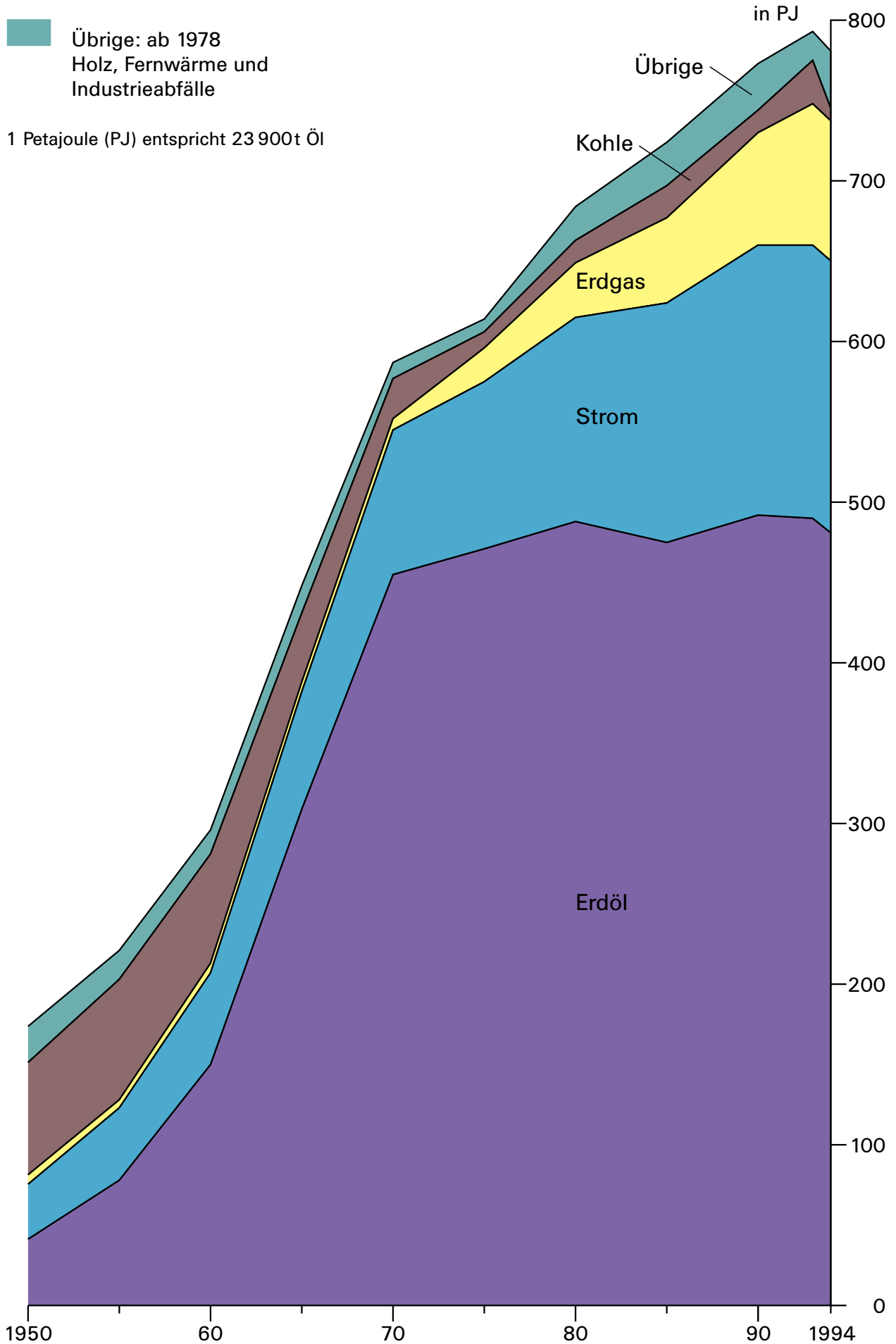


Blasformen
für geschlossene Gefäße

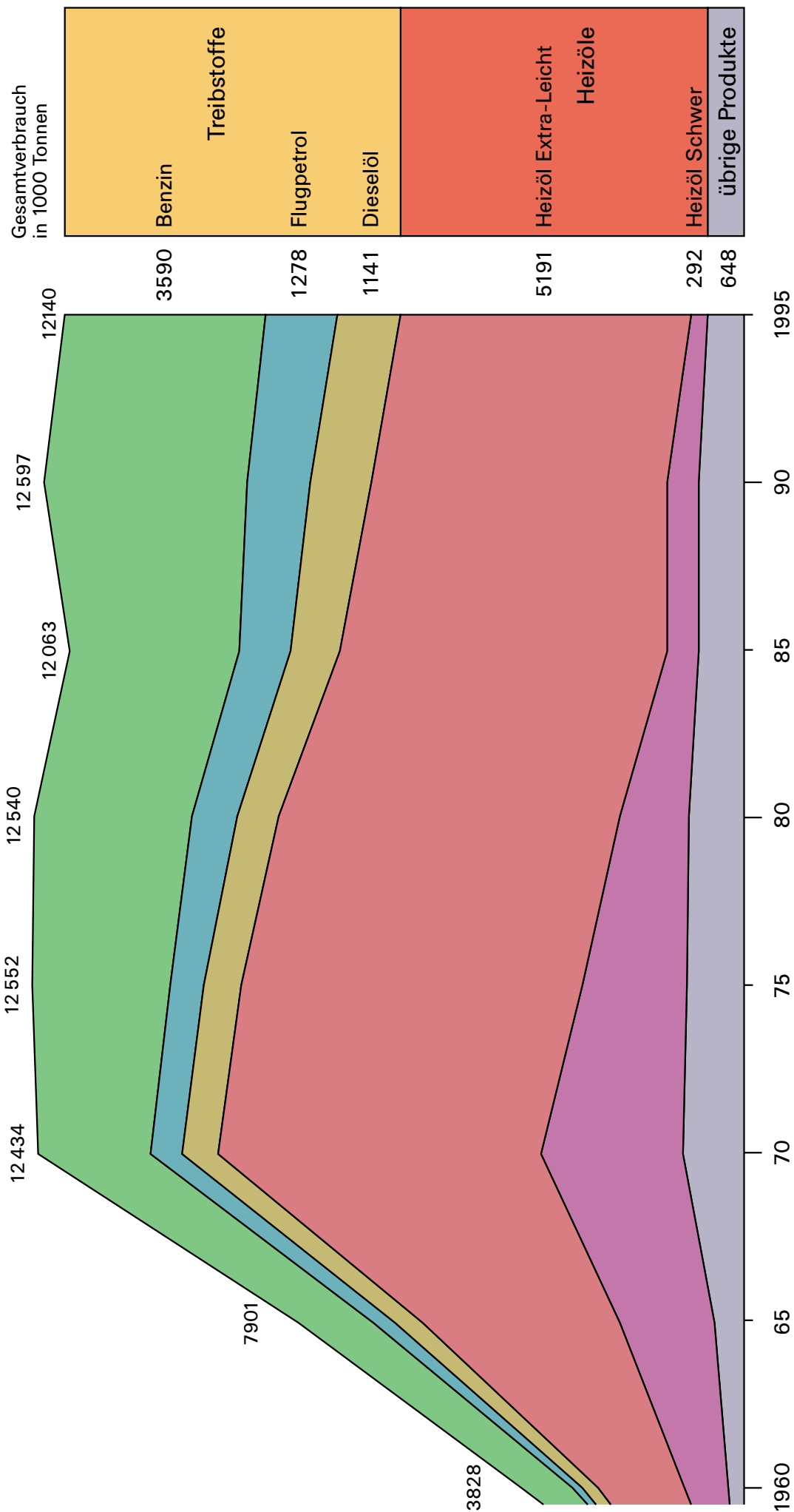
Bevölkerung, Wirtschaft, Energie



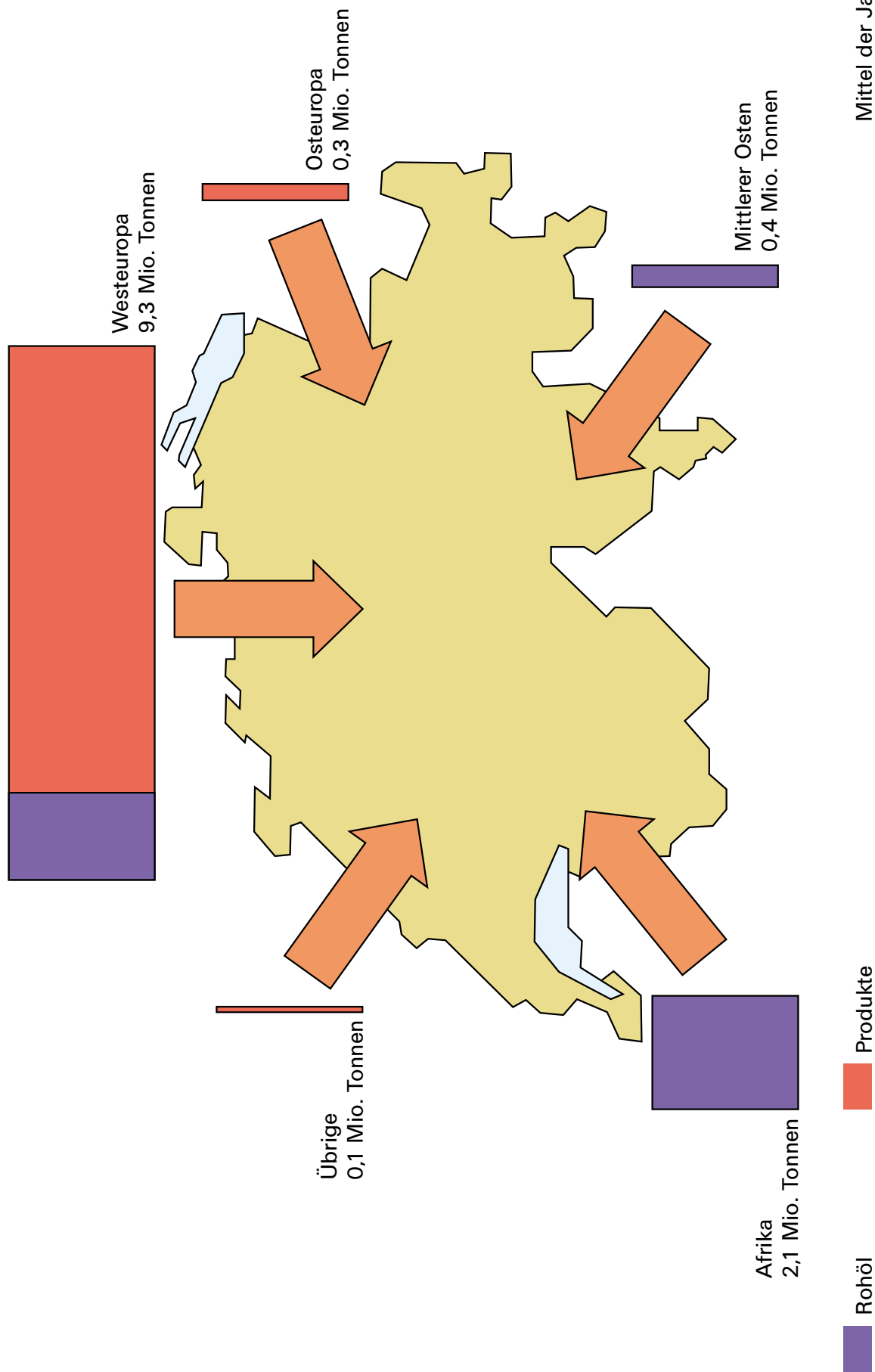
Entwicklung des schweizerischen Energieverbrauchs



Entwicklung des schweizerischen Erdölverbrauchs

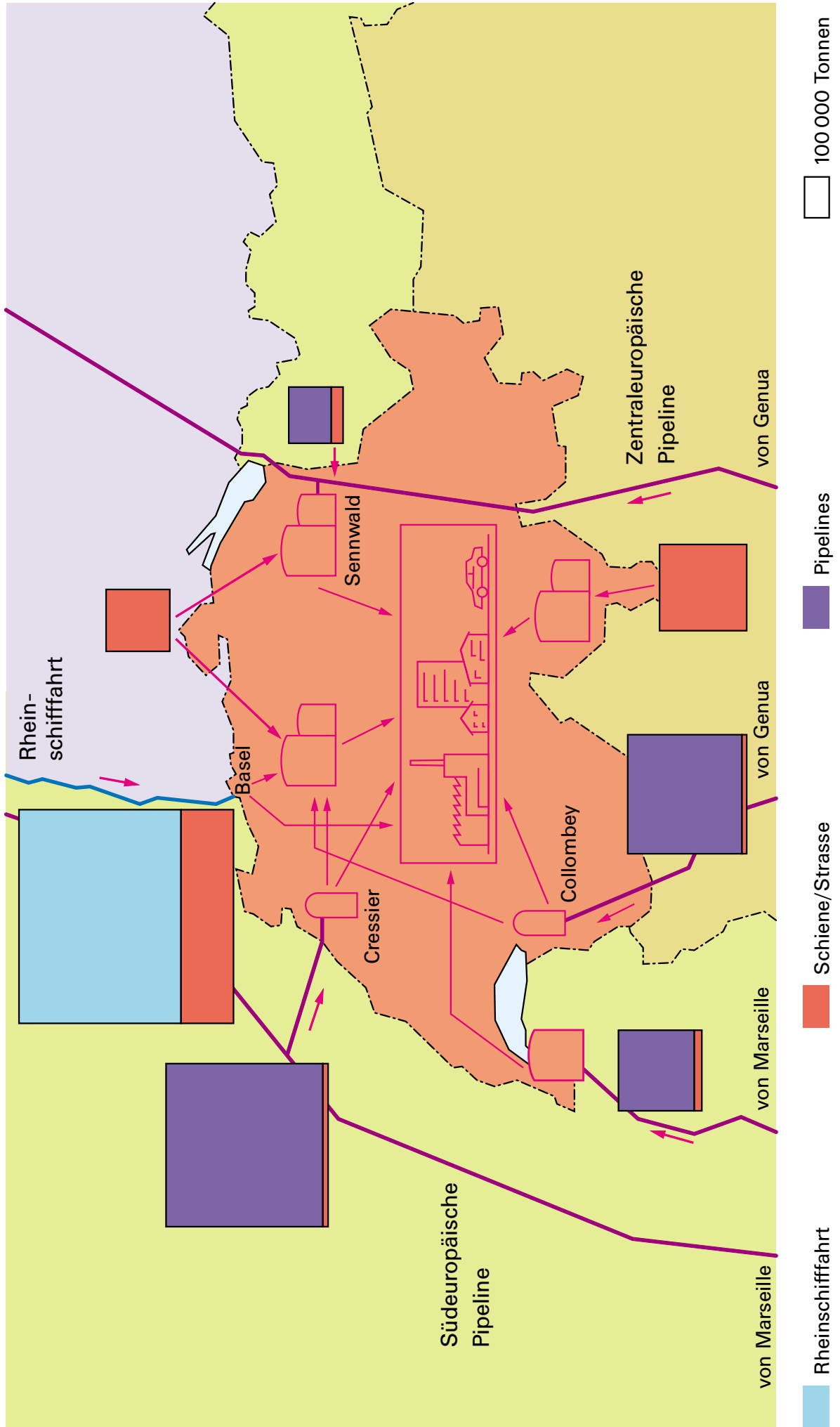


Herkunft der schweizerischen Erdölimporte

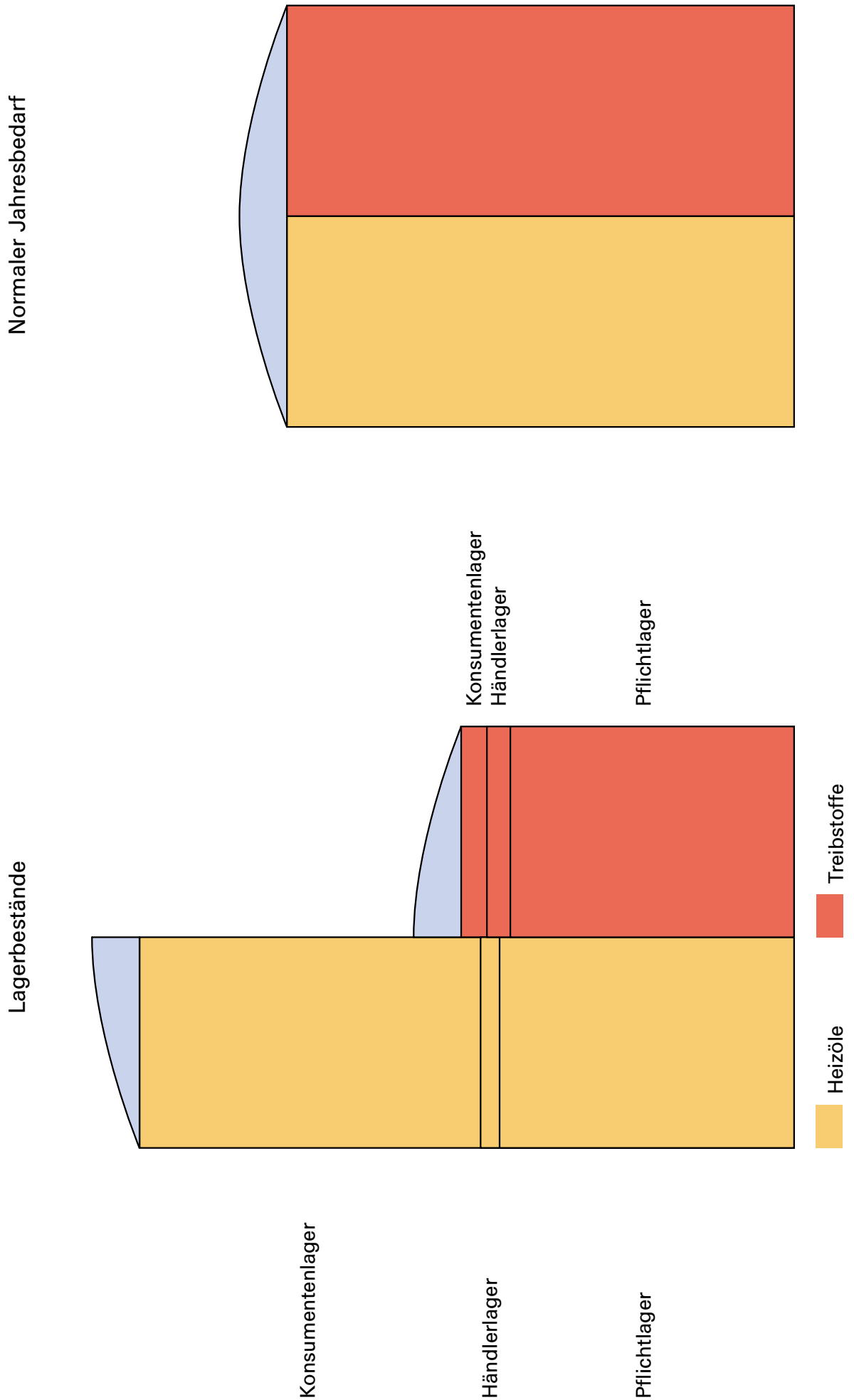


Mittel der Jahre 1990 – 1993

Transport und Vertrieb



Lagerhaltung



Preisbildung für Erdölprodukte

Februar 1995

		Benzin bleifrei	Heizöl Extra-Leicht
Preis Rotterdam	\$/t	164,38	143,39
Dollarkurs	Fr./\$	1,27	1,27
Rheinfracht	Fr./t	12,75	12,75
Preis frei Schweizer Grenze	Fr./t	221,51	194,86
Grundzoll	Fr./t	557,75	3,67
Zollzuschlag	Fr./t	403,19	–,–
Mehrwertsteuer	Fr./t	94,34	18,94
Pflichtlagergebühr	Fr./t	28,45	20,40
übrige Abgaben ¹	Fr./t	5,57	0,11
Abgaben insgesamt	Fr./t	1089,30	43,12
Bruttomarge des Handels ²	Fr./t	167,59	72,32
Bruttomarge des Tankstellenhalters ³	Fr./t	67,20	–,–
Transport und Vertrieb	Fr./t	234,79	72,32
Endverbraucherpreis	Fr./t	1545,60	310,30⁴
Spezifisches Gewicht	g/l	0,744	
Endverbraucherpreis	Rp./l	115	

1 Statistische Gebühren, Kontrollgebühren etc.

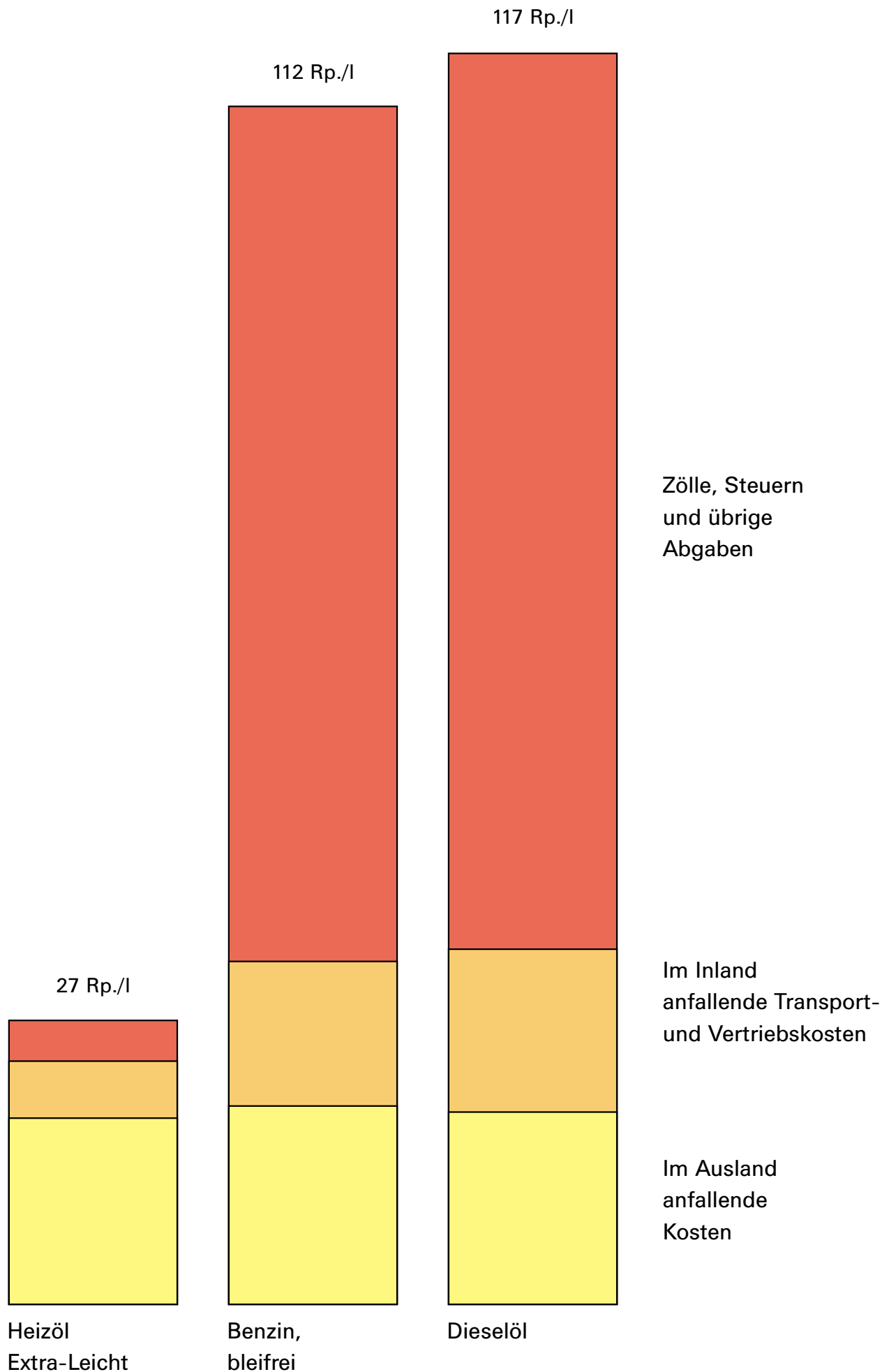
2 Transport-, Lager- und Vertriebskosten, Zinsen, Gewinn

3 Personal- und übrige Kosten, Zinsen, Gewinn

4 für Lieferungen von 6000–9000 Liter

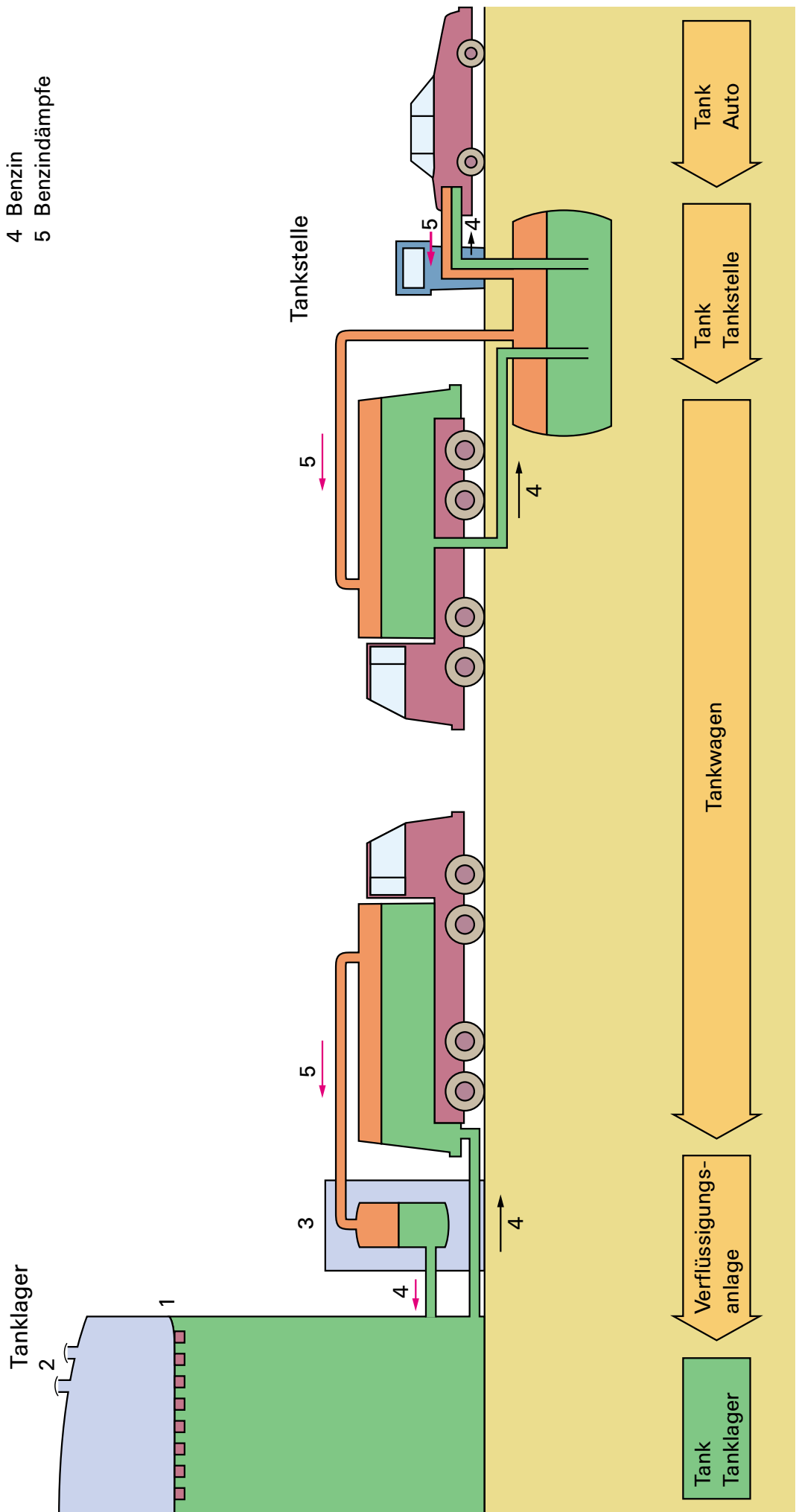
Steuerbelastung von Erdölprodukten

Januar 1995

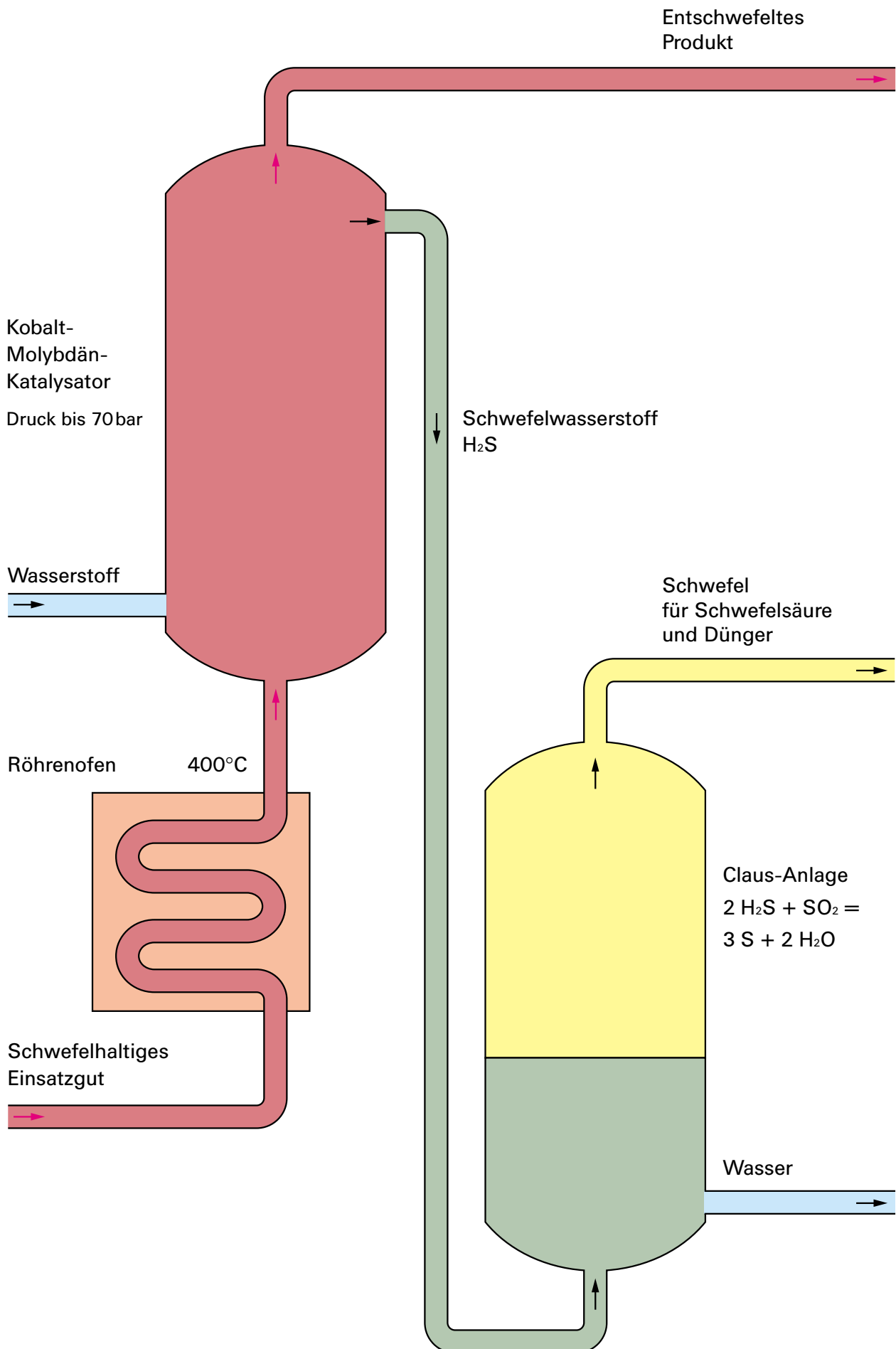


Gaspandelung

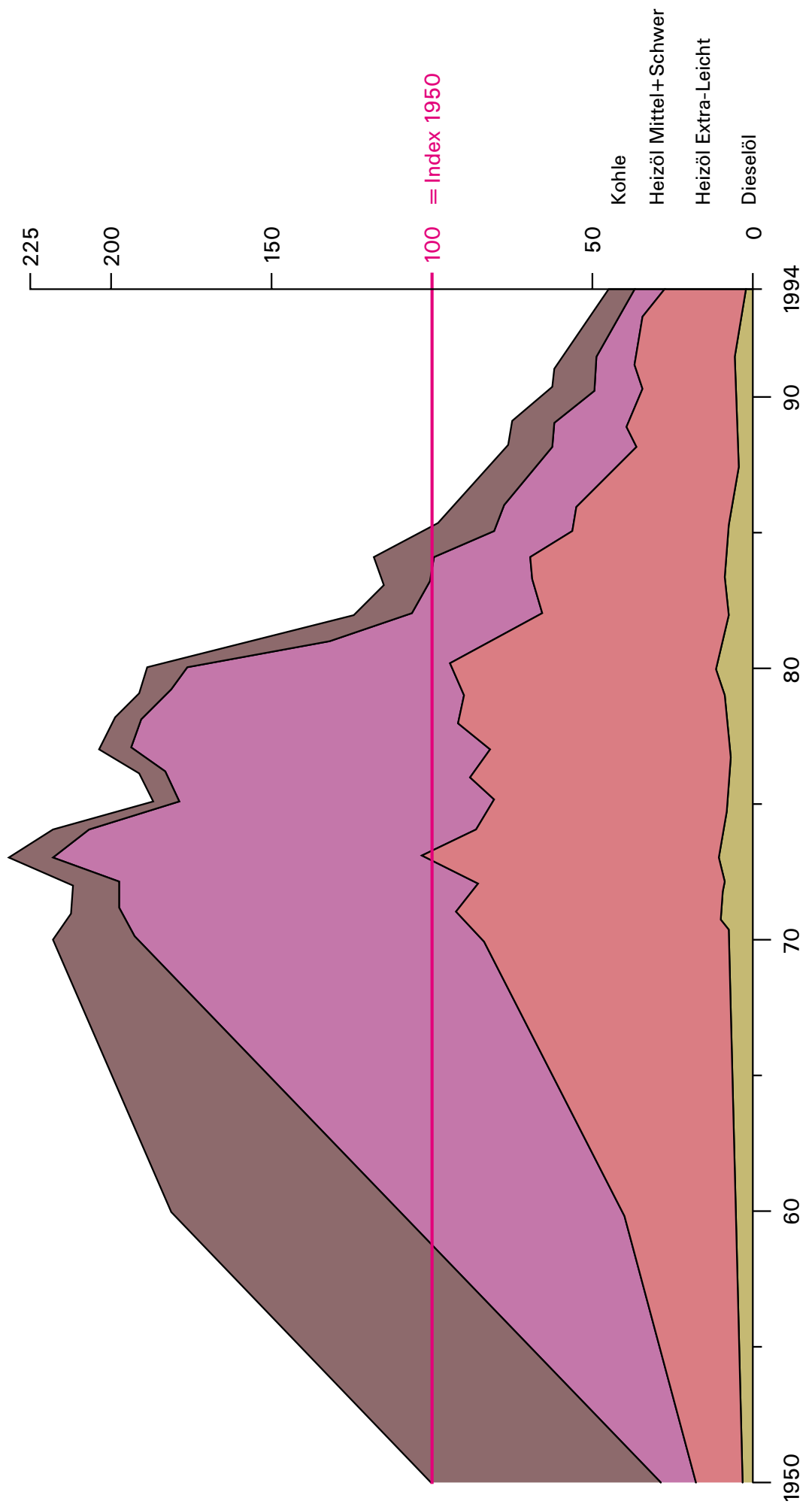
- 1 Schwimm-Membran
- 2 freie Belüftung
- 3 Verflüssigungsanlage
- 4 Benzin
- 5 Benzindämpfe



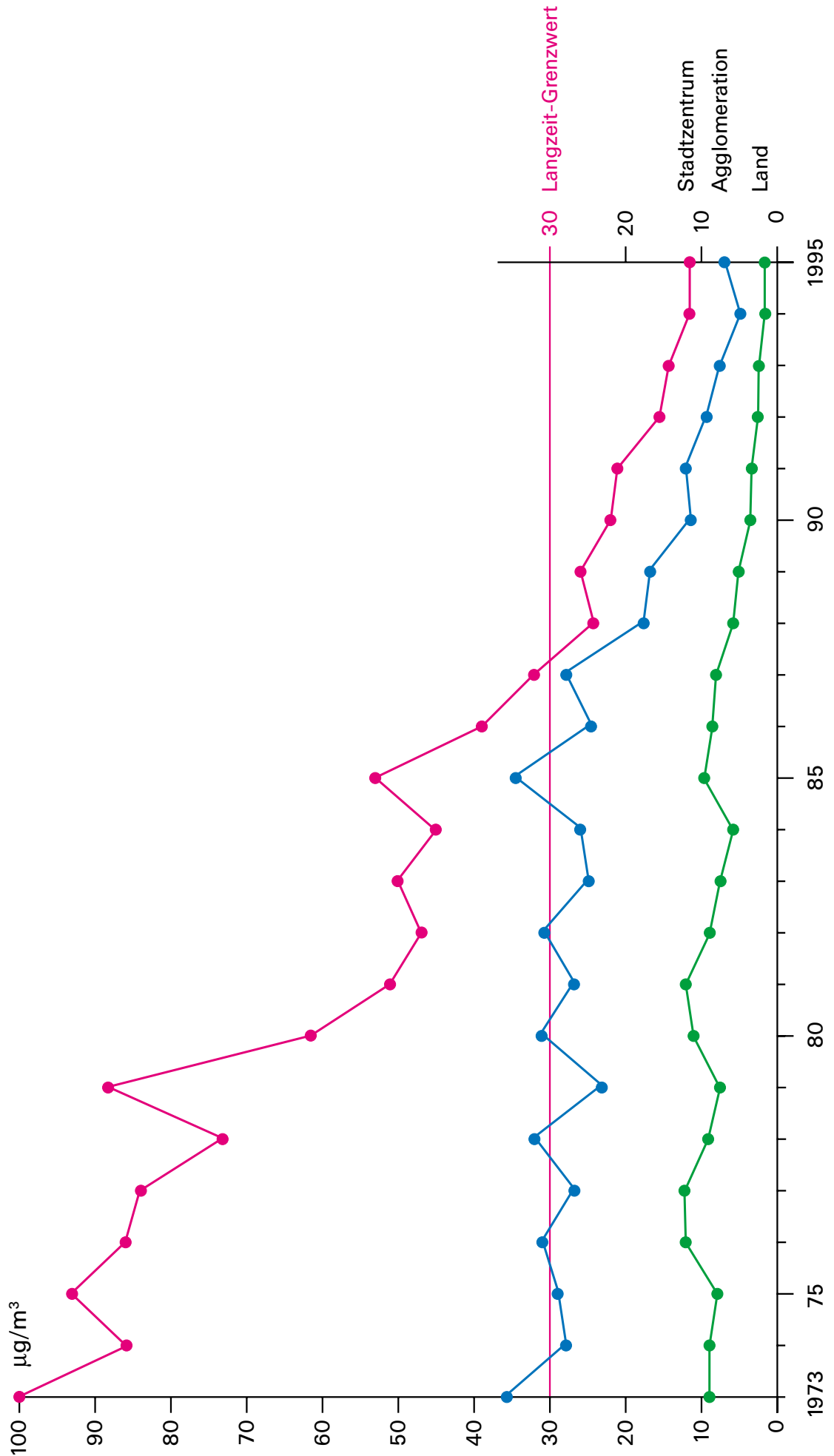
Entschwefelung von Heizöl Extra-Leicht oder Dieselöl



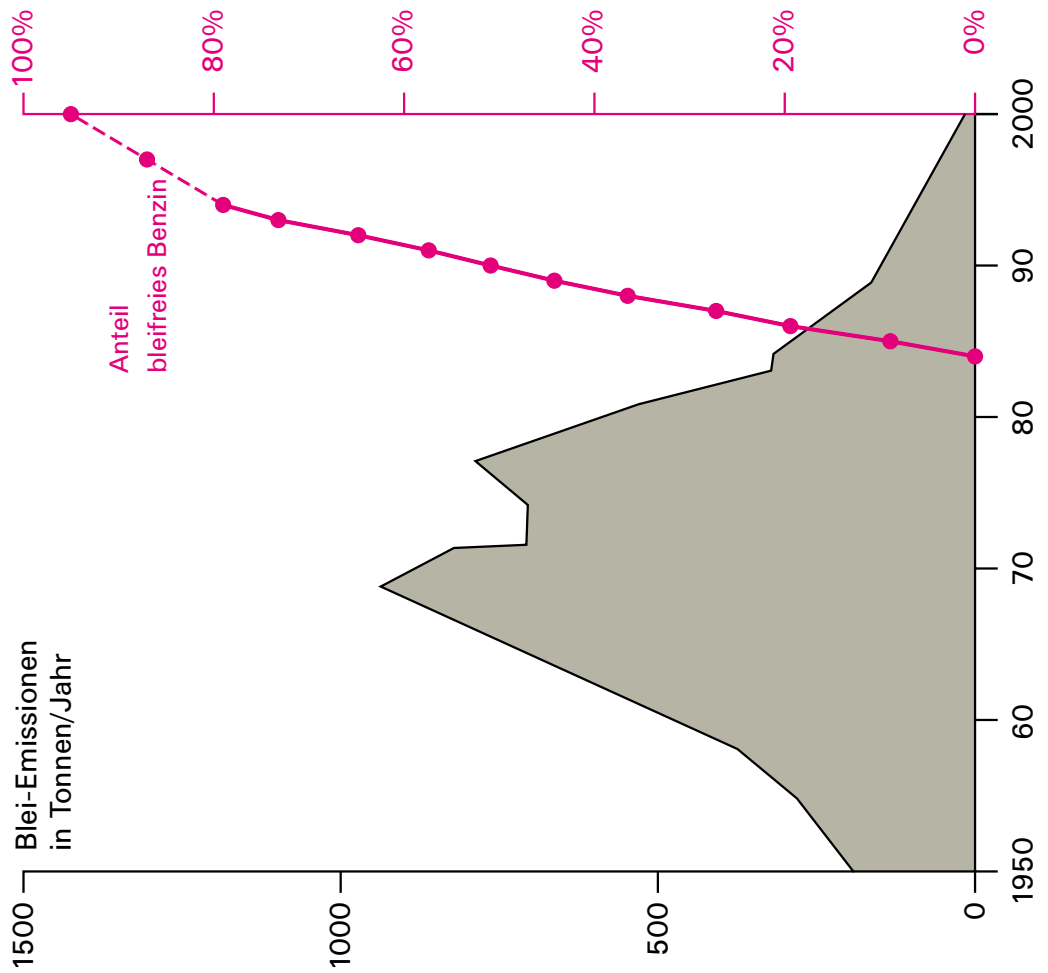
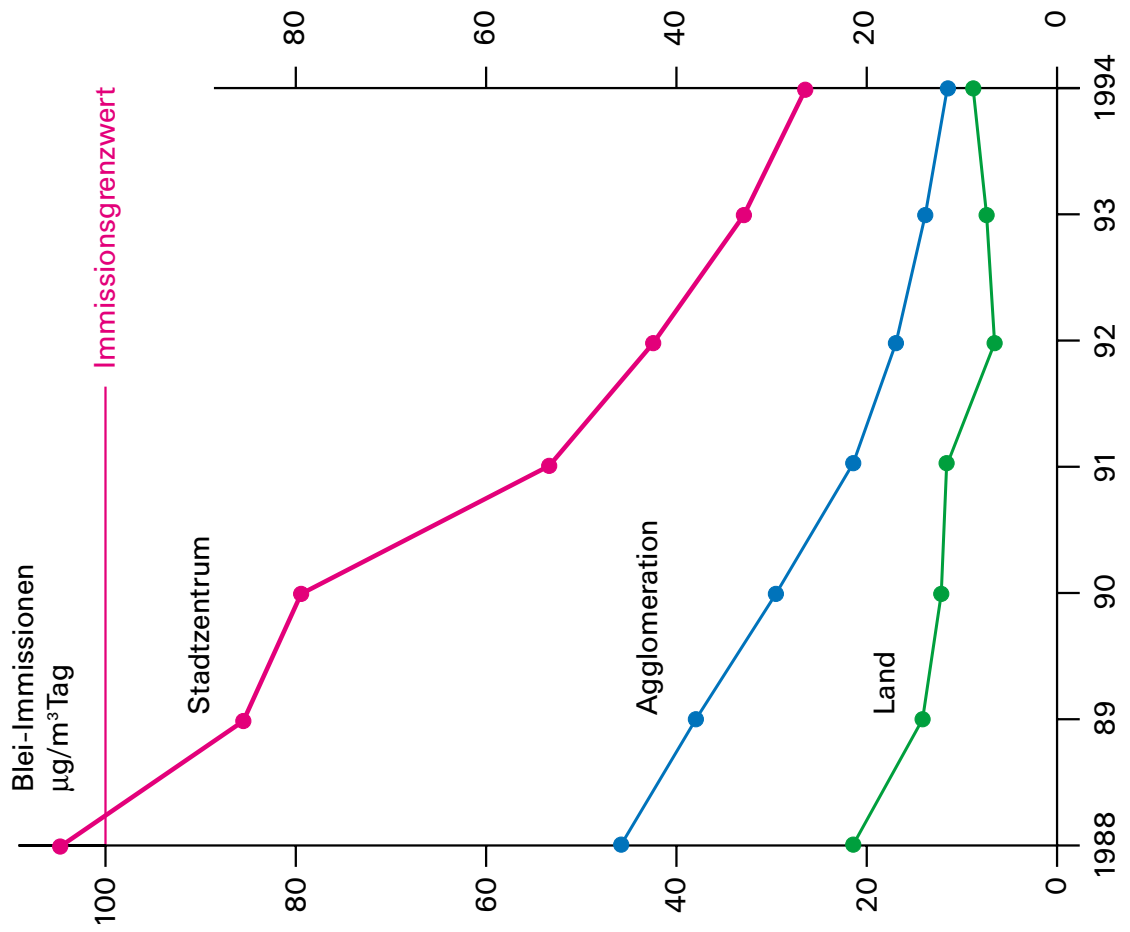
Entwicklung der Schwefeldioxid-Emissionen



Entwicklung der Schwefeldioxid-Immissionen

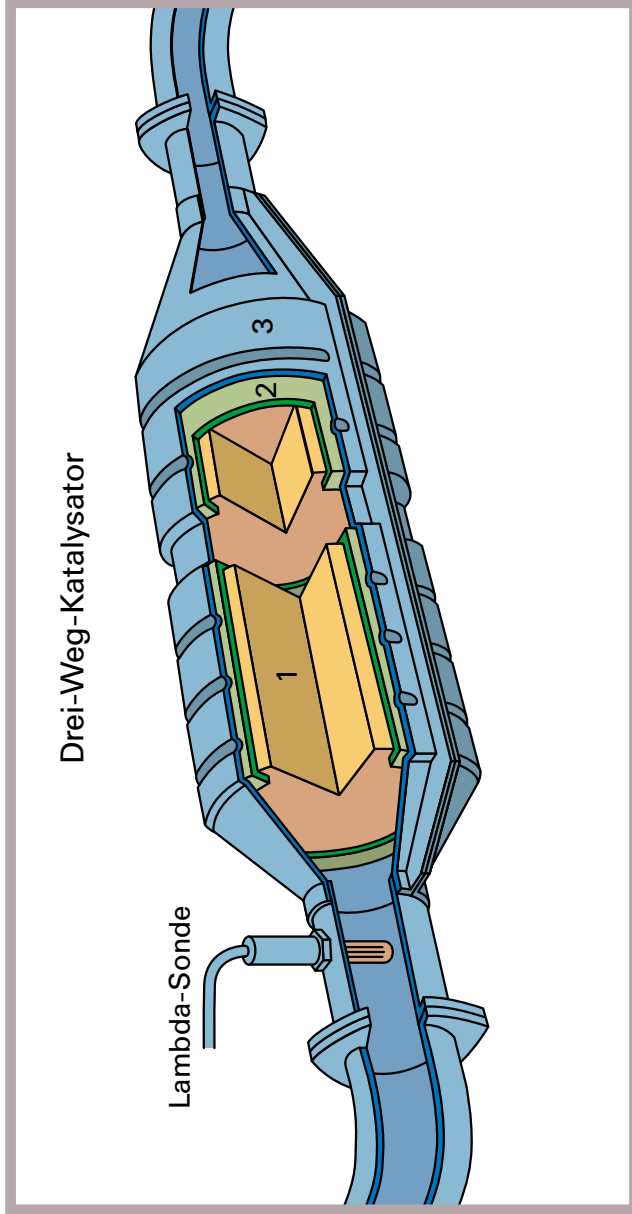


Blei-Emissionen und -Immissionen des Strassenverkehrs

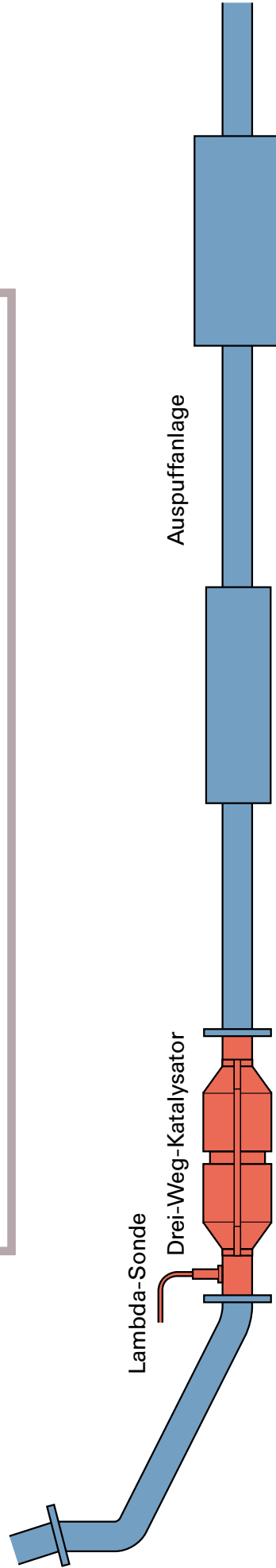


Der Katalysator

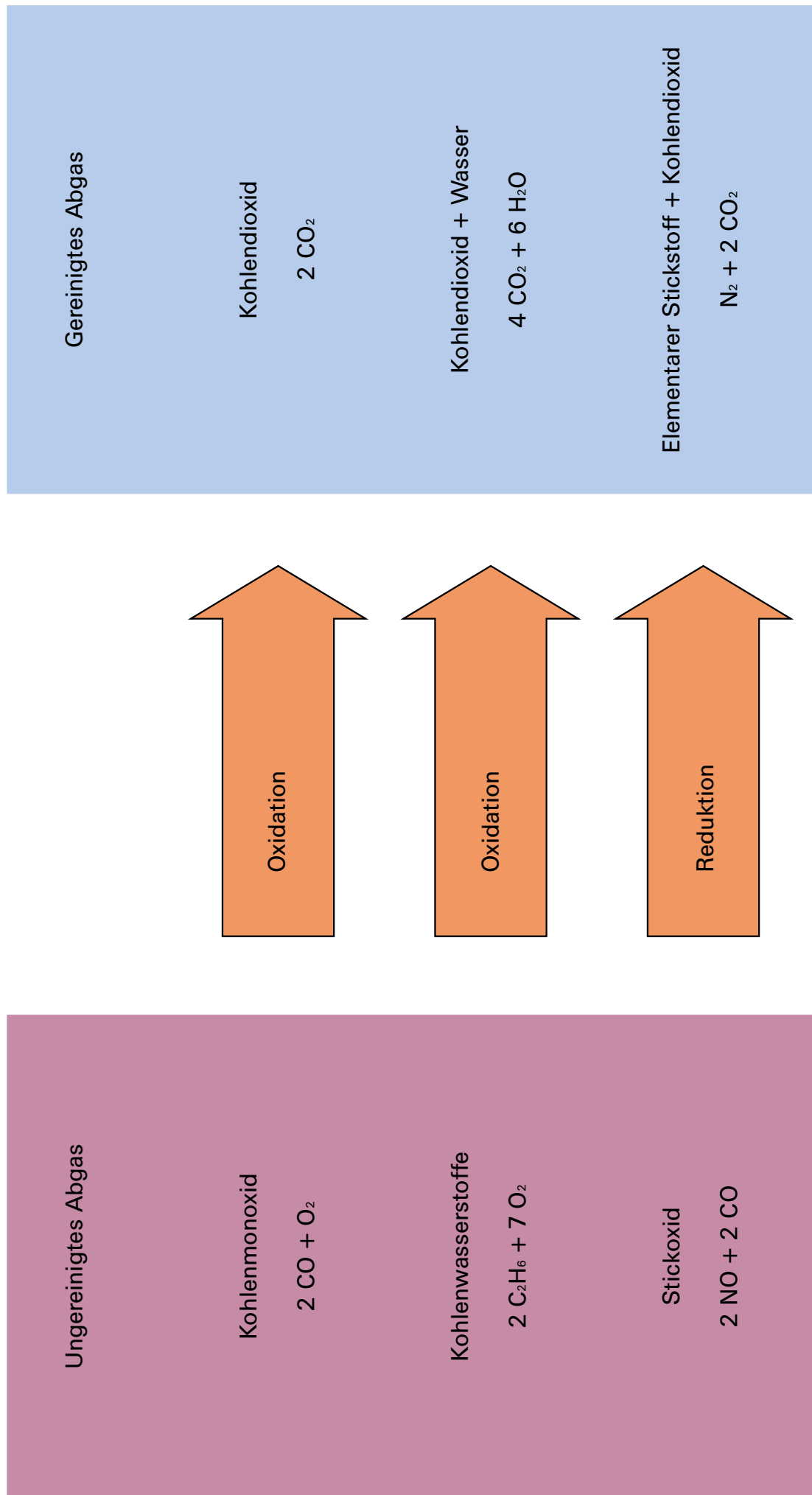
- 1 Keramikmonolith
- 2 Elastisches Drahtgeflecht
- 3 Edelstahlgehäuse



Abgas von Motor

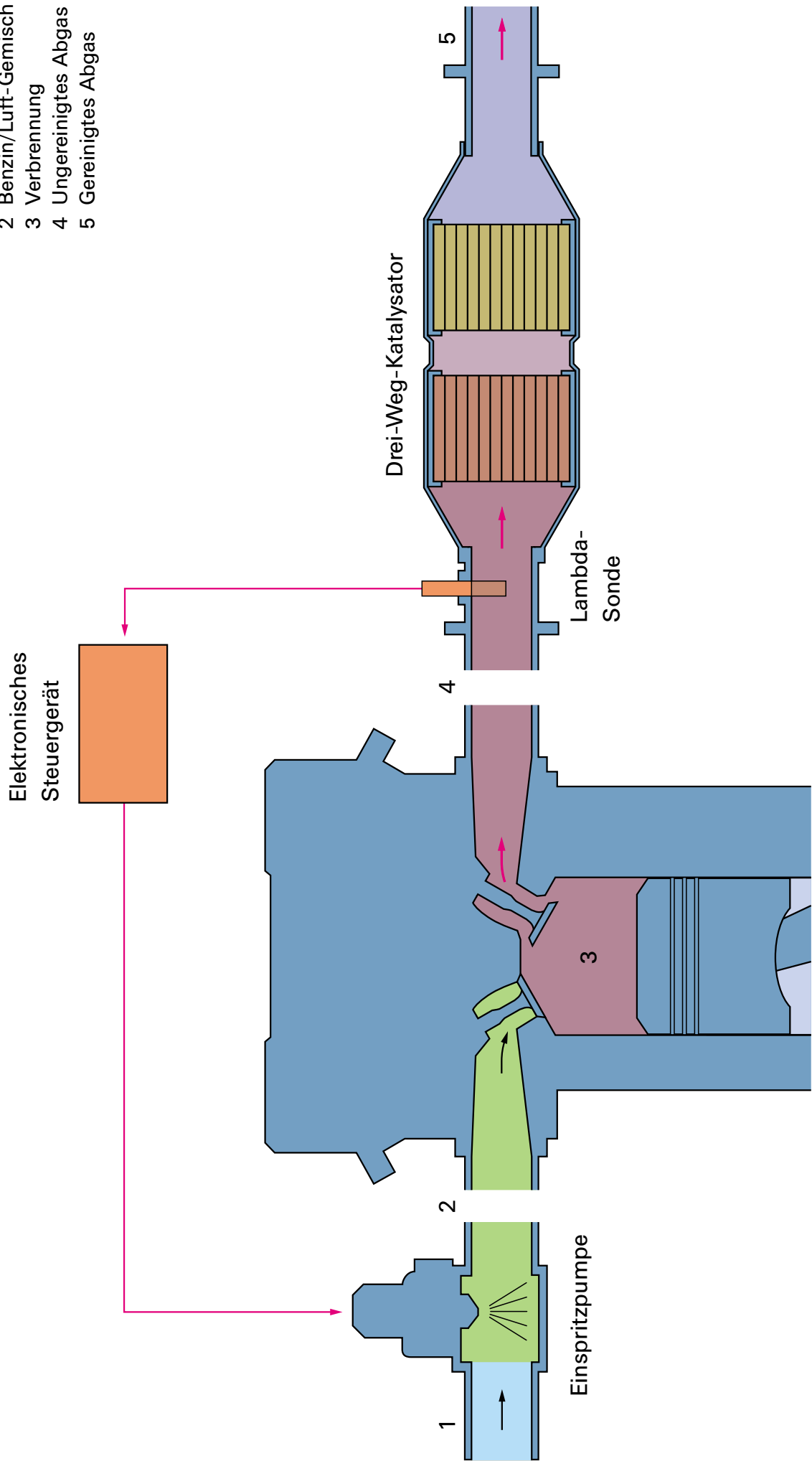


Chemische Reaktionen in einem Drei-Weg-Katalysator



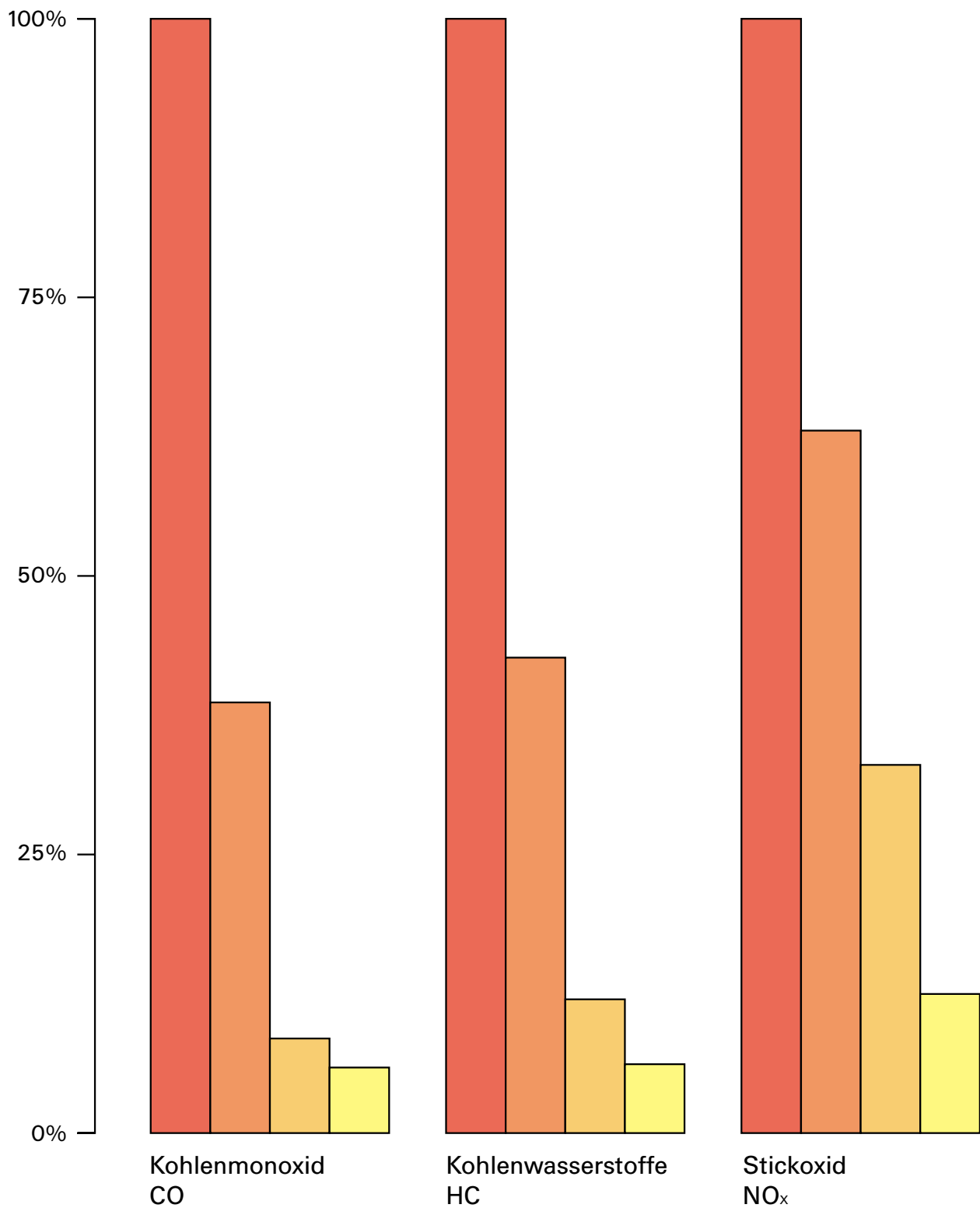
Der geregelte Drei-Weg-Katalysator

- 1 Luftzufuhr
- 2 Benzin/Luft-Gemisch
- 3 Verbrennung
- 4 Ungereinigtes Abgas
- 5 Gereinigtes Abgas



Schweizerische Abgasgrenzwerte für Benzinfahrzeuge

100% = 1982



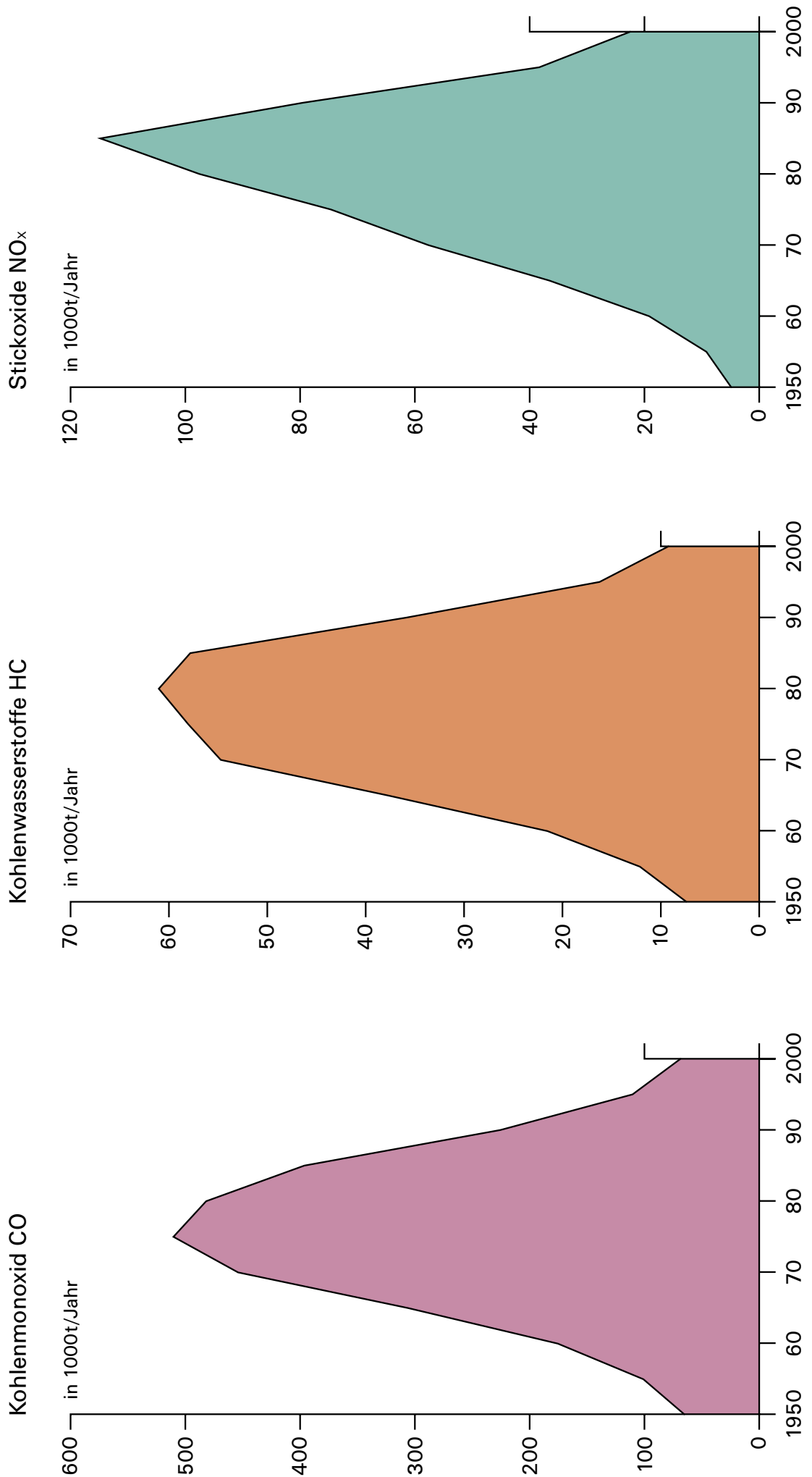
ab 1. Oktober 1982

ab 1. Oktober 1986

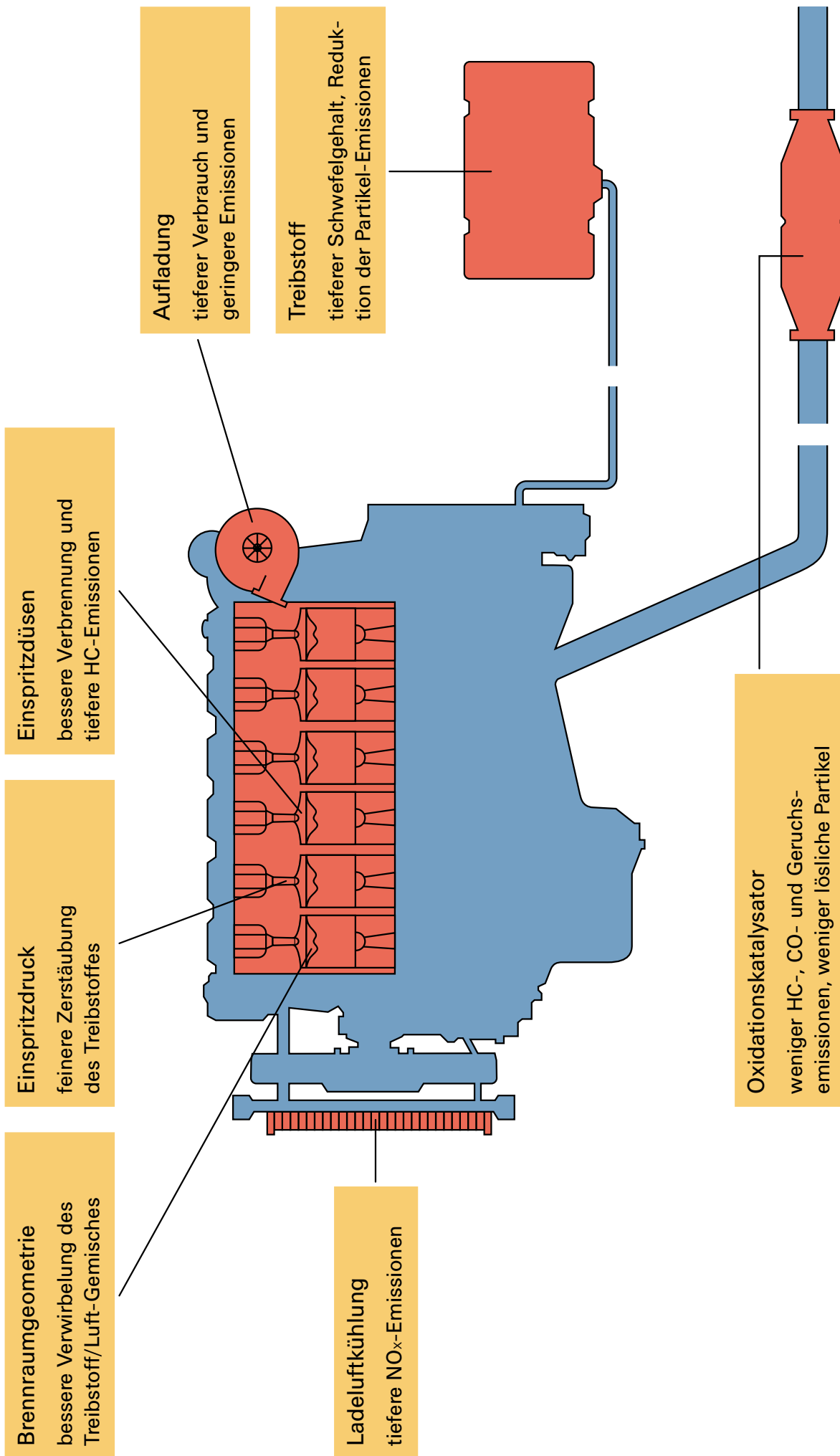
ab 1. Oktober 1987

Durchschnitt der tatsächlichen Werte heute

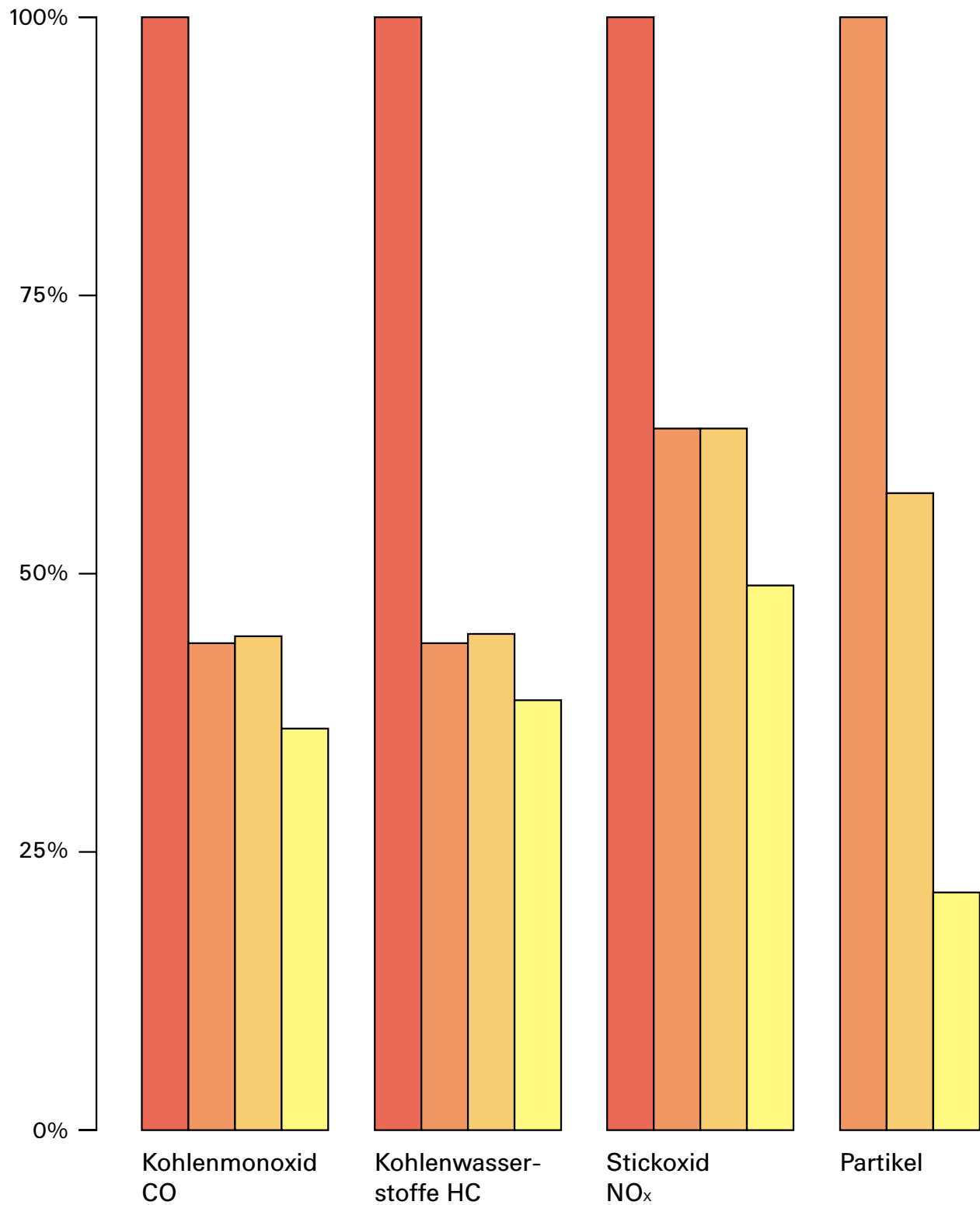
Emissionen des benzinbetriebenen Verkehrs



Emissionsmindernde Massnahmen bei Dieselmotoren

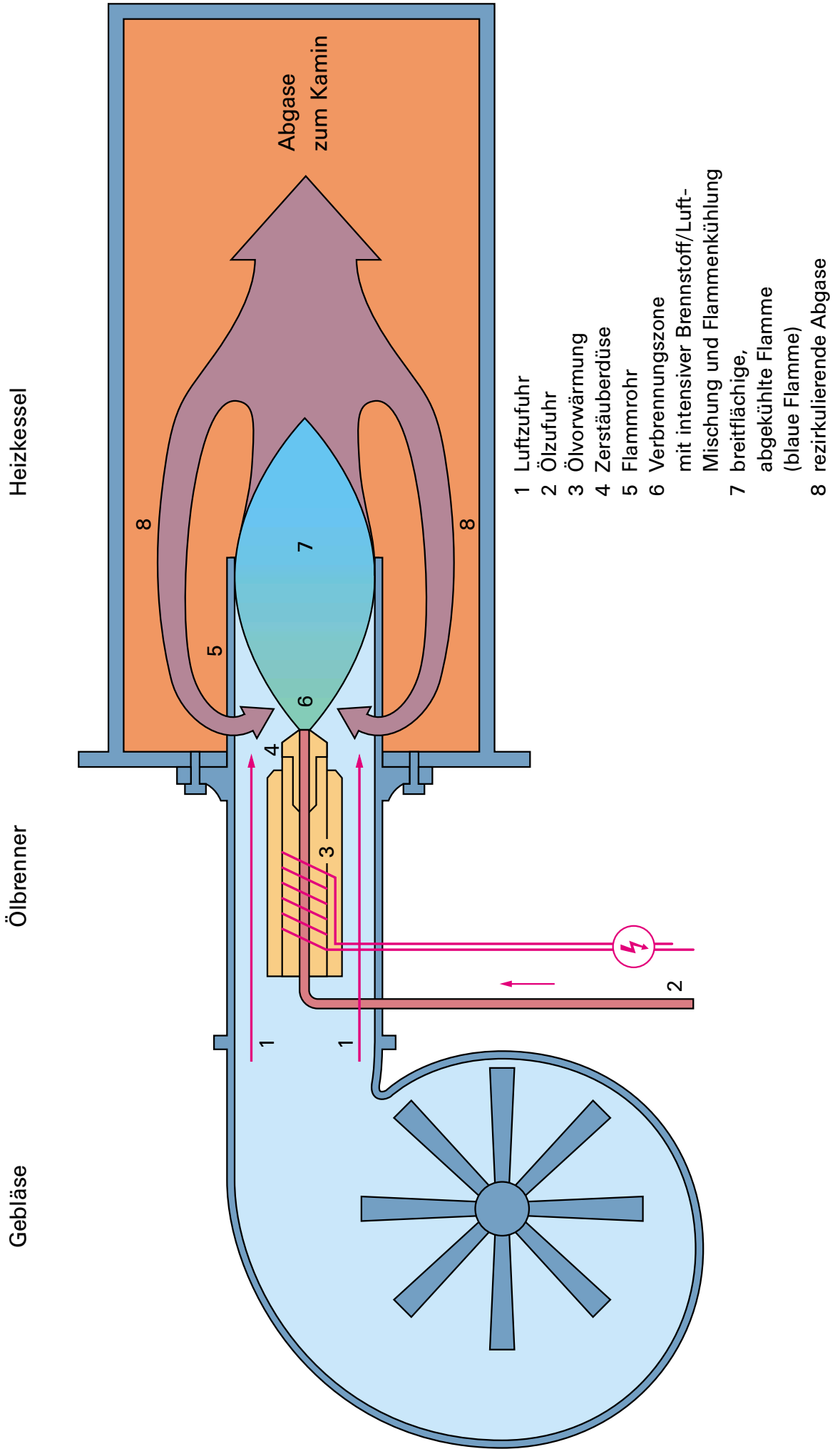


Schweizerische Abgasgrenzwerte für schwere Nutzfahrzeuge

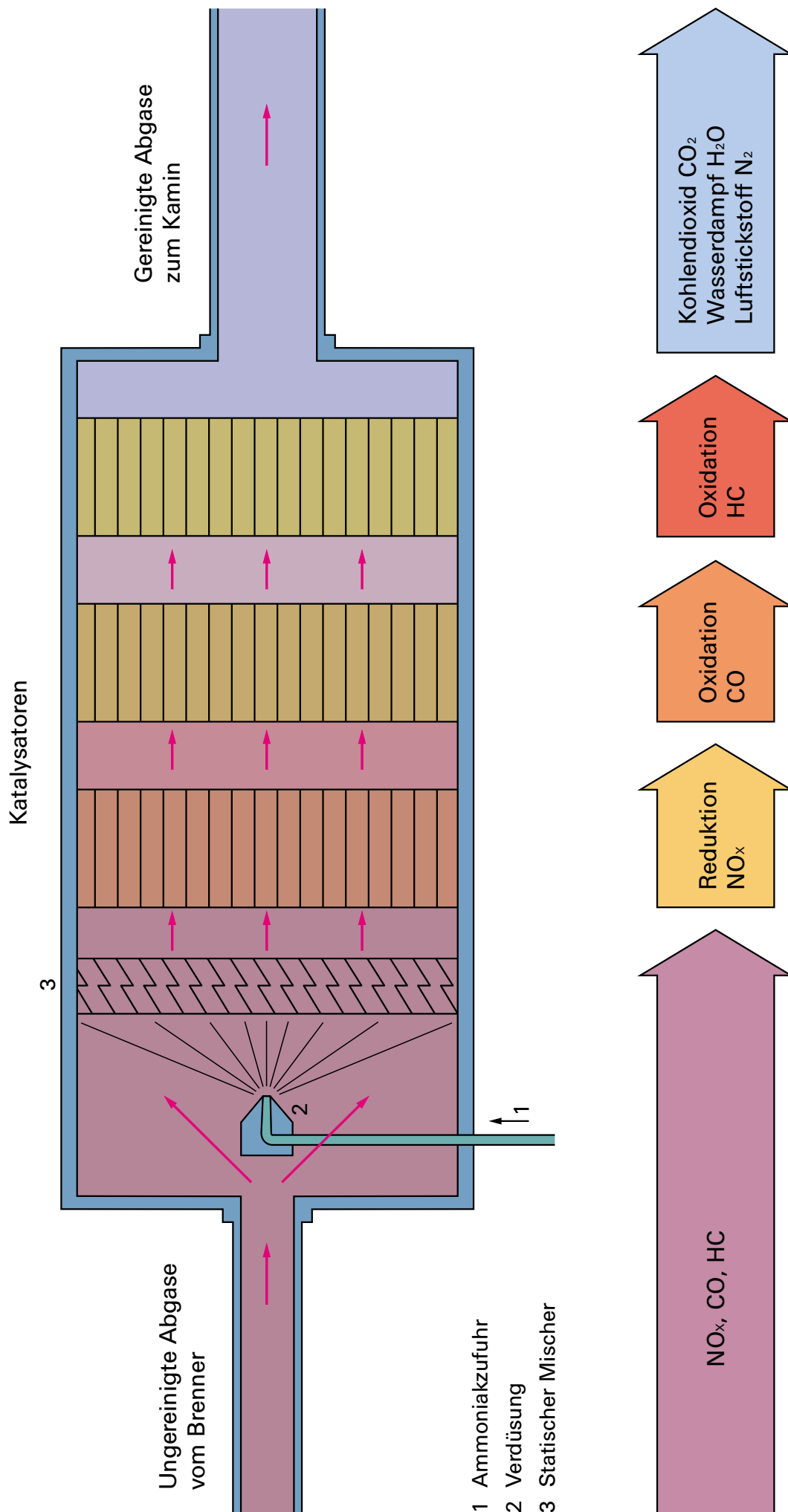


- ab 1. Oktober 1987
 - ab 1. Oktober 1991
 - ab 1. Oktober 1993 (Euro 1)
 - ab 1. Oktober 1996 (Euro 2)
- } Schweiz und EU harmonisiert

Prinzip des schadstoffarmen Ölbrenners



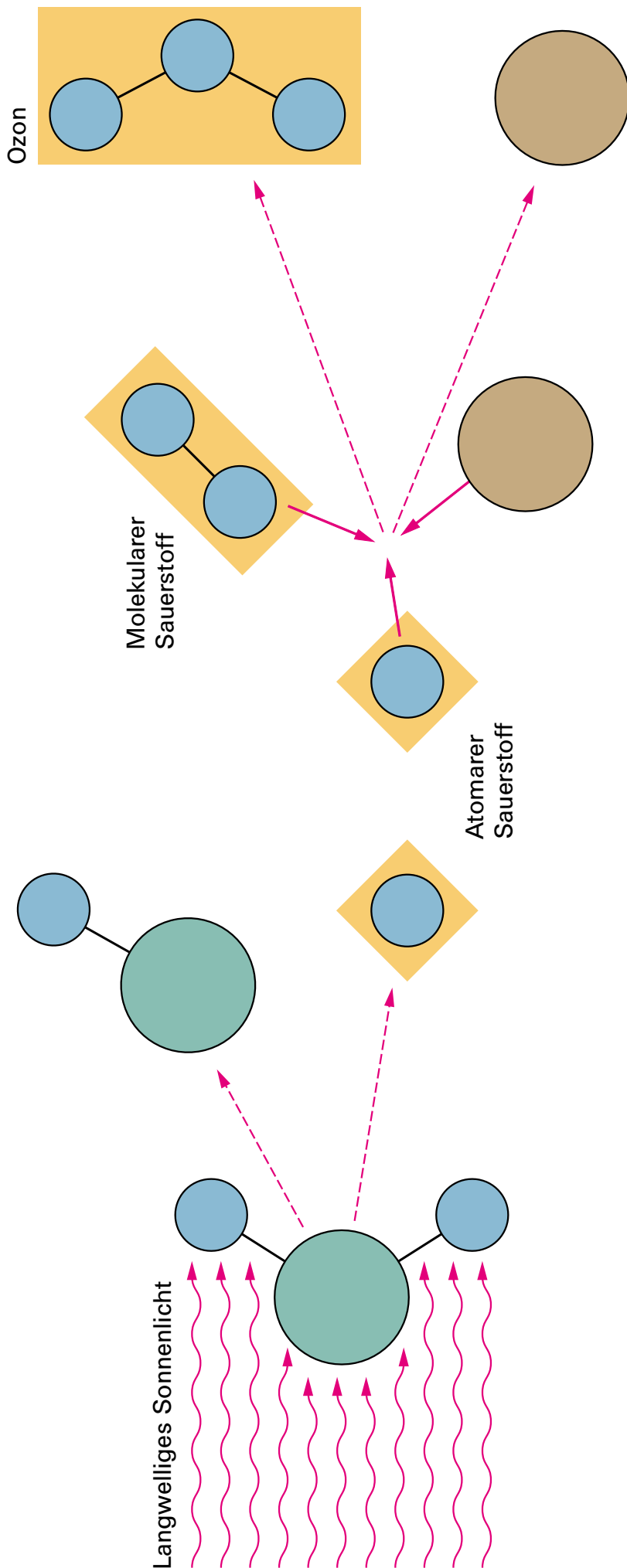
Katalytische Abgasreinigung für Feuerungsanlagen



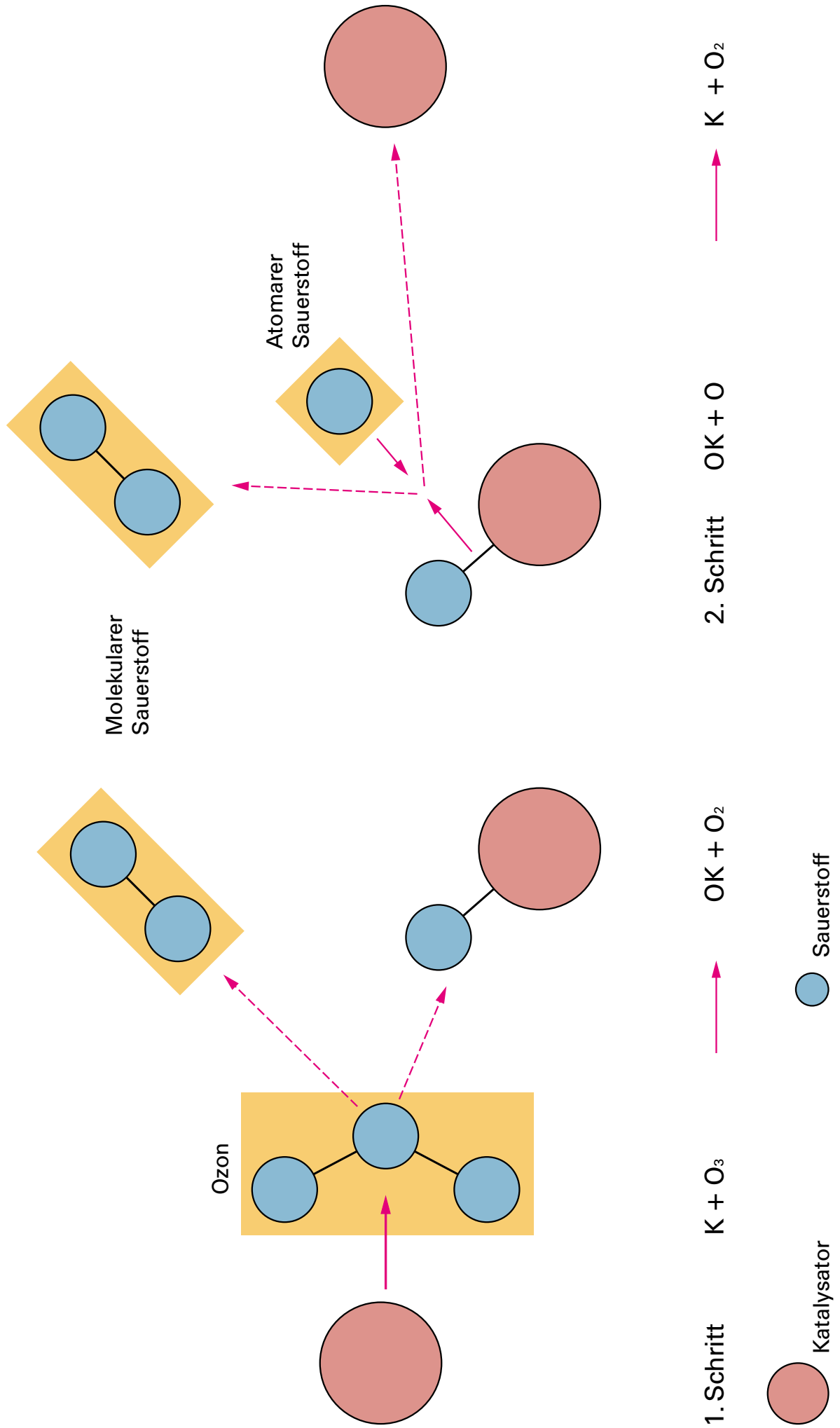
Troposphärisches und stratosphärisches Ozon

	Troposphärisches Ozon	Stratosphärisches Ozon
Vertikalverteilung	Troposphäre = unterste Schicht der Erdatmosphäre, bis 10km Höhe	Stratosphäre = zweitunterste Schicht der Erdatmosphäre, 10 bis 50km Höhe
Anthropogener Einfluss	Zunahme der Ozonkonzentration (z.B. Sommersmog)	Abnahme der Ozonkonzentration (z.B. Ozonloch)
Verursachende Emissionen	Stickoxide, Kohlenwasserstoffe. Hohe Sonneneinstrahlung fördert die Ozonproduktion.	Fluorkohlenwasserstoffe (FCKW) und Halone, in vermindertem Masse auch andere Gase.
Wirkung	Reizgas (Atemwege, Augen), vermindert die körperliche Leistungsfähigkeit, schädigt die Vegetation; Treibhausgas.	Abbau des Ultraviolett-Filters der Stratosphäre, dadurch Bildung von Hautkrebs und Augenkrankheiten gefördert. Beeinträchtigung der Phytoplankton-Produktion, dadurch Beschleunigung des Treibhauseffekts.
Massnahmen	Reduktion der Stickoxid- und Kohlenwasserstoff-Emissionen	Reduktion der FCKW- und Halon-Emissionen

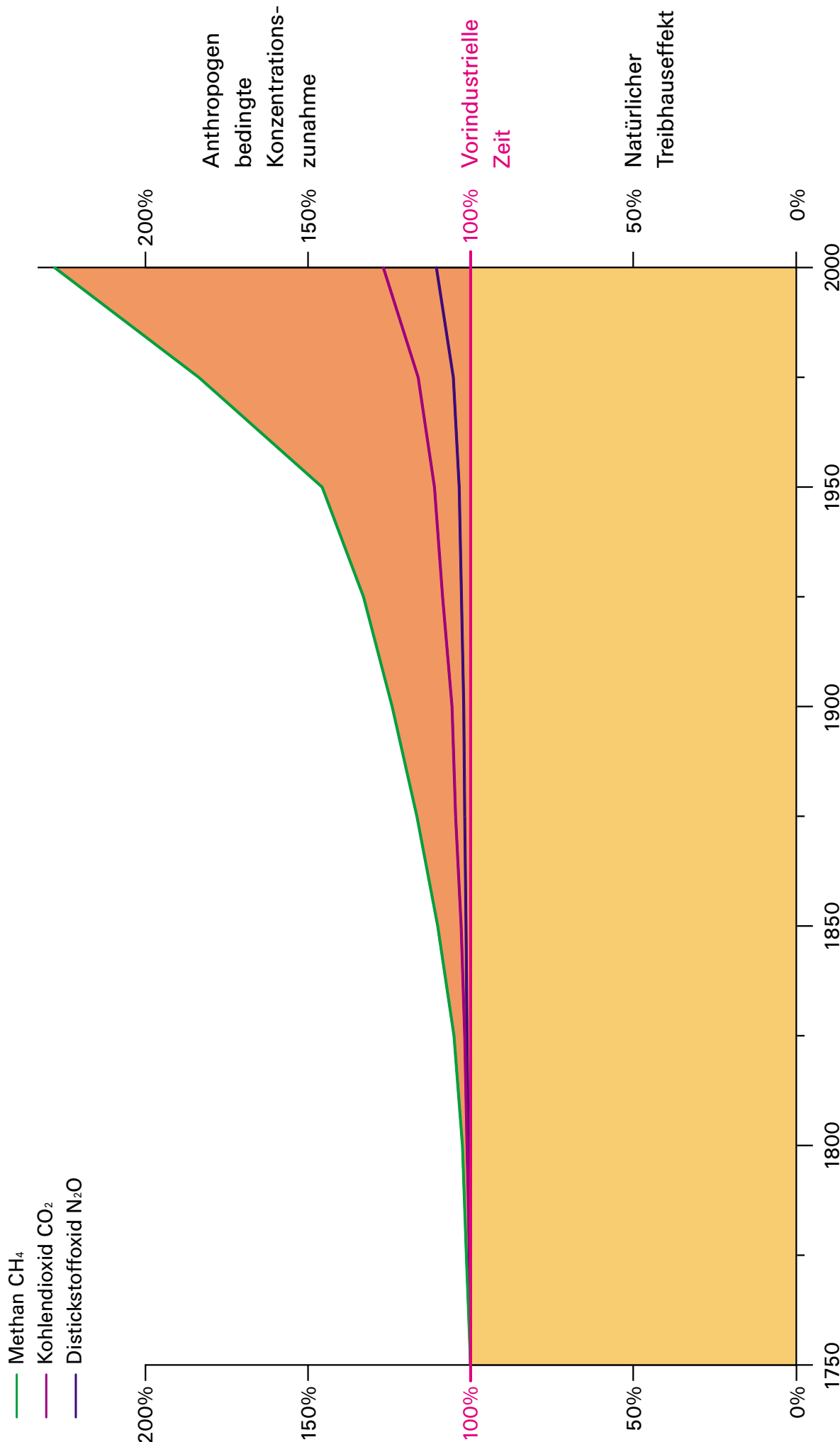
Die troposphärische Ozonbildung



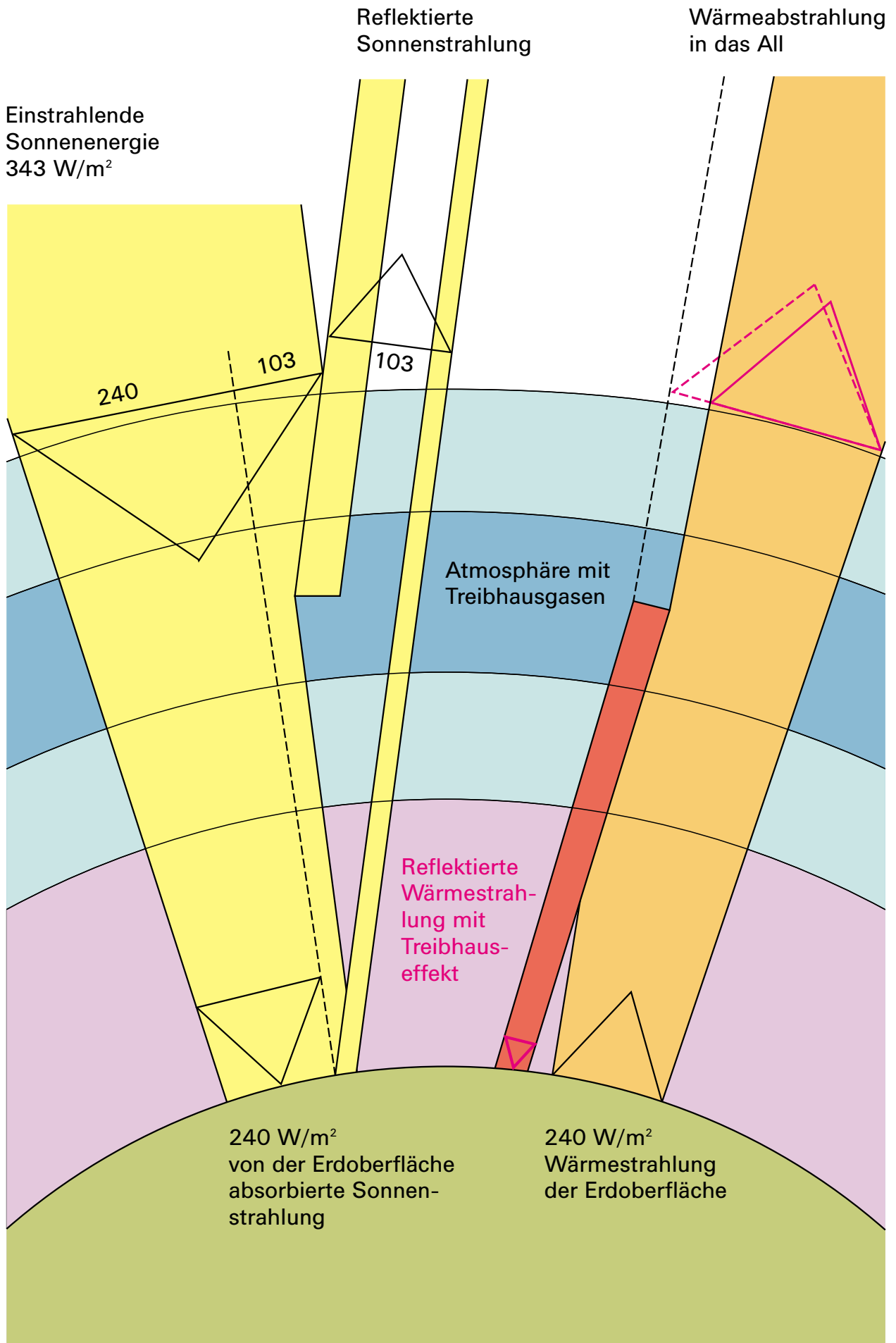
Die stratosphärische Ozonzerstörung



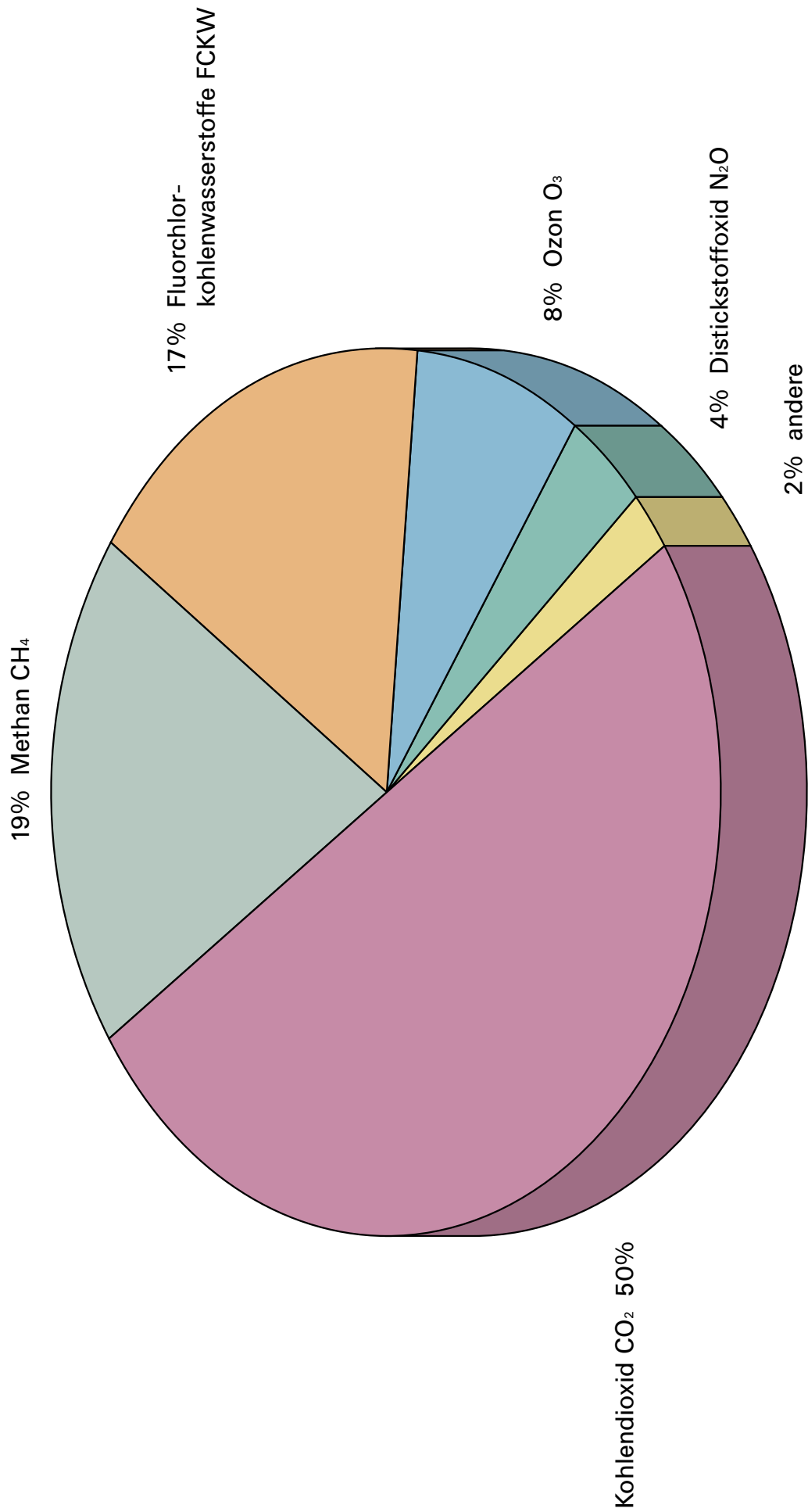
Konzentrationszunahme von Treibhausgasen in der Atmosphäre



Der Treibhauseffekt



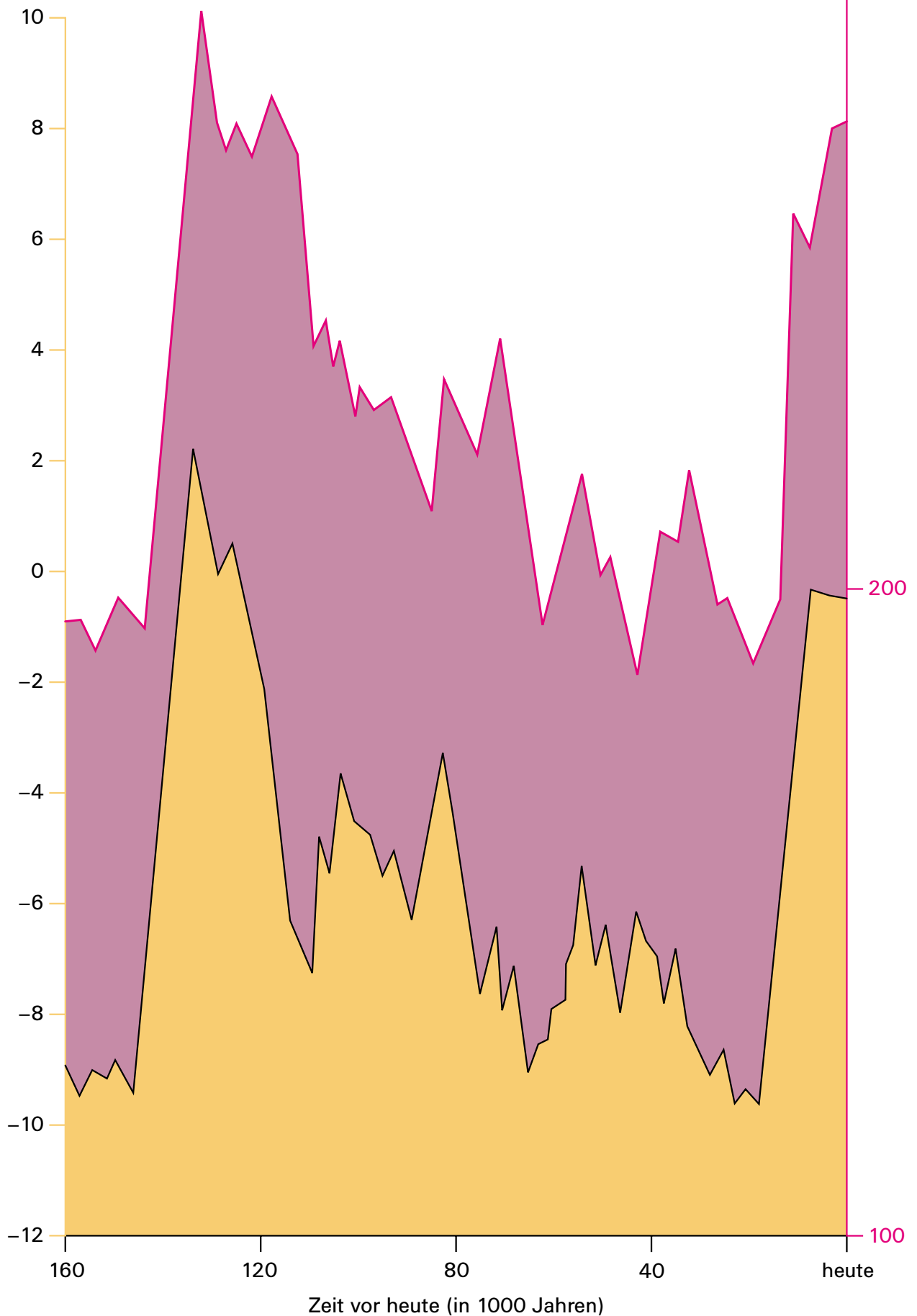
Verursacher des anthropogenen Treibhauseffektes



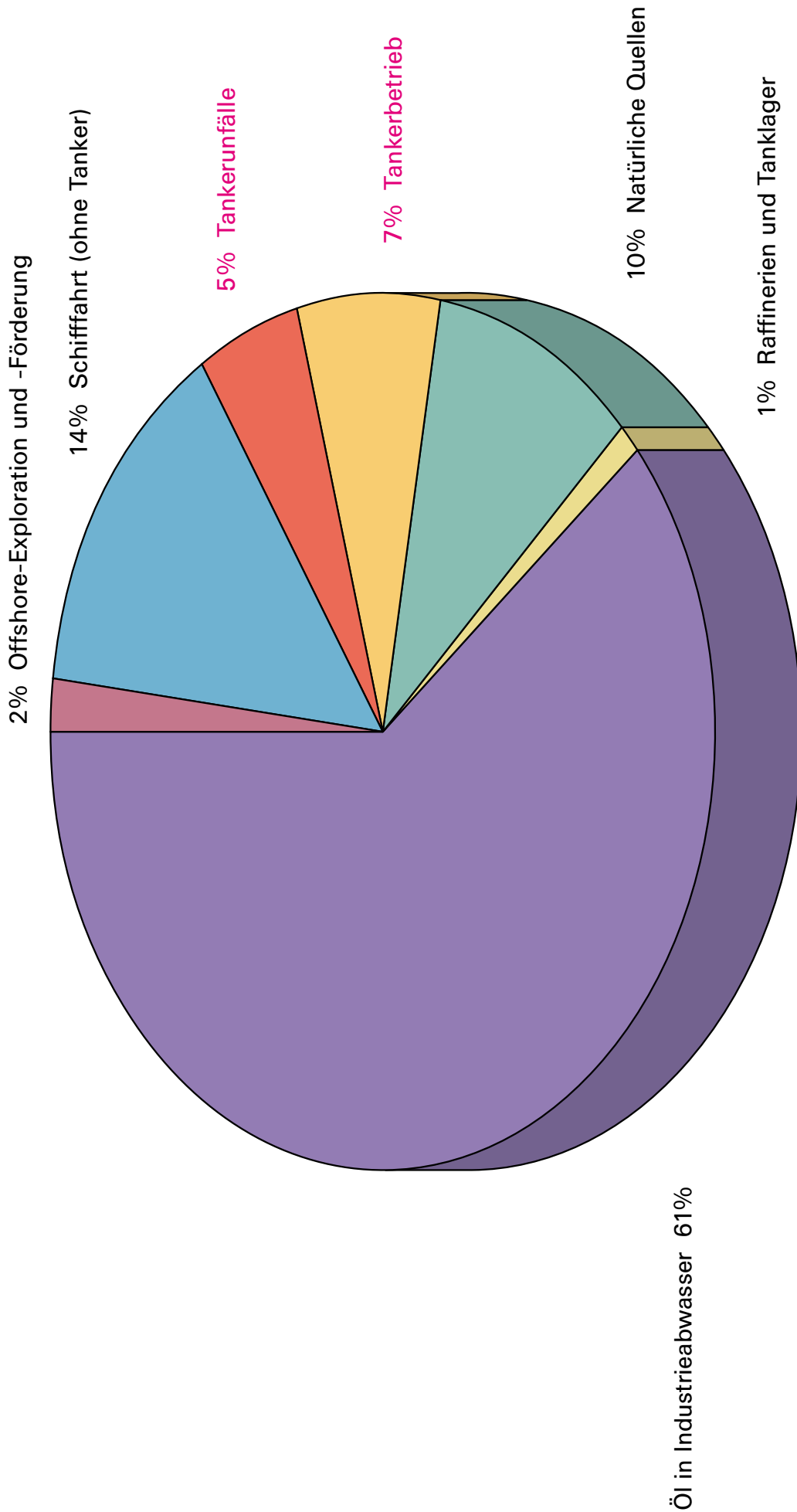
CO₂-Konzentration und Temperatur

Temperaturunterschiede gegenüber heute
°C

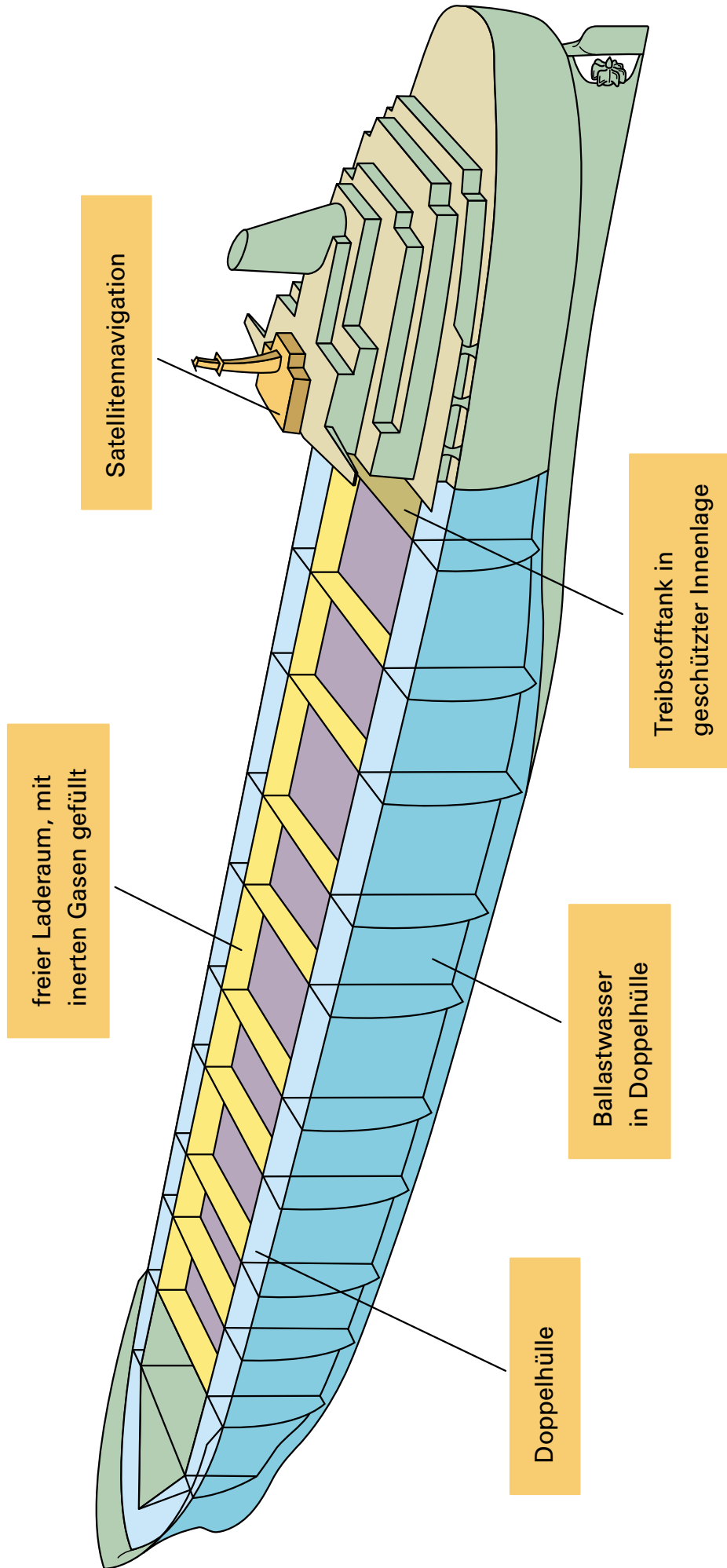
CO₂-Konzentration ppm



Herkunft der Ölverschmutzung im Meer

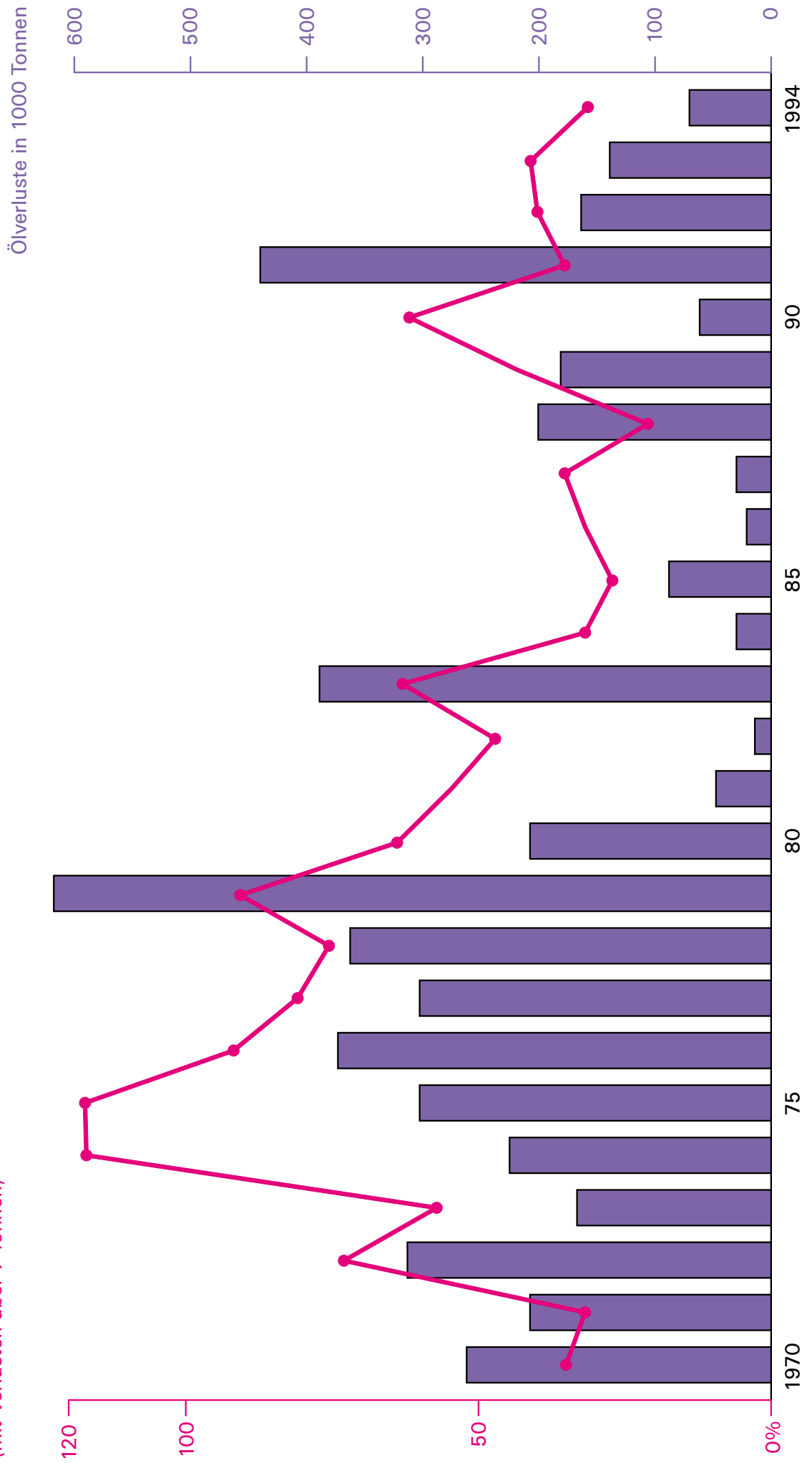


Konstruktionsmerkmale moderner Tanker

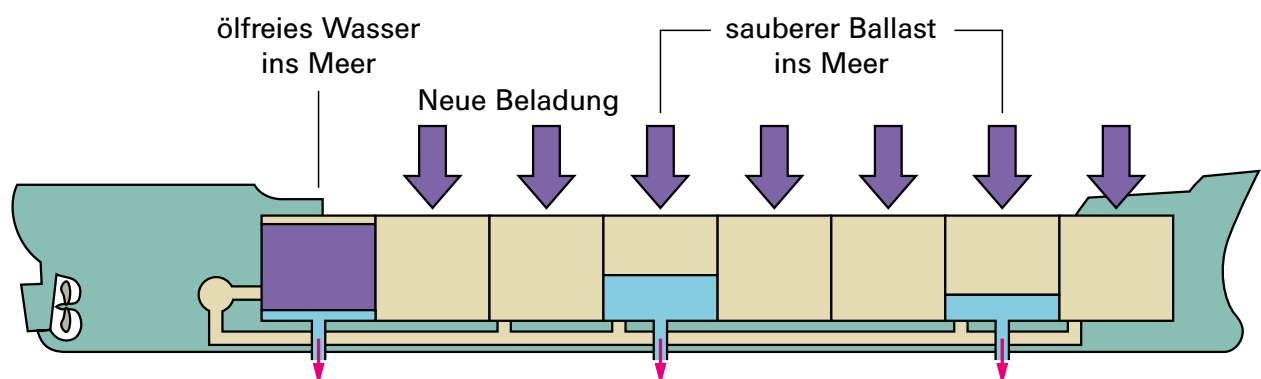
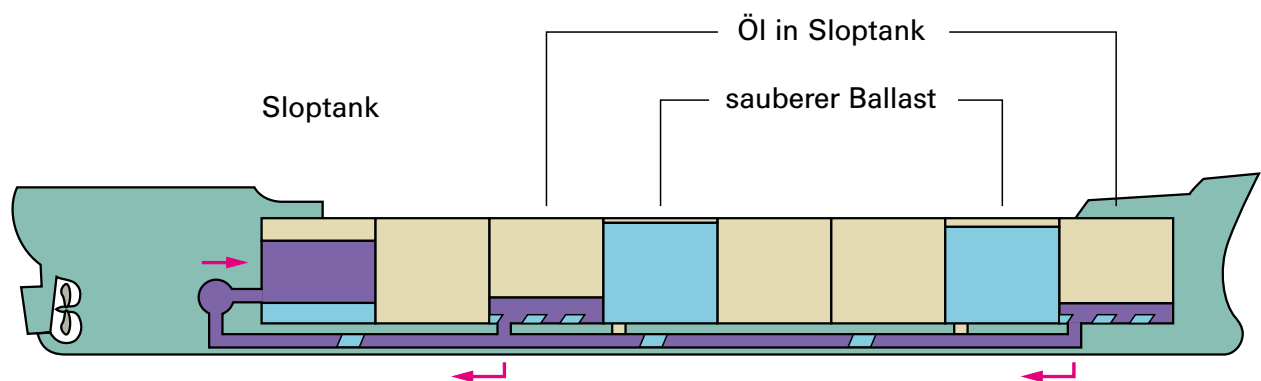
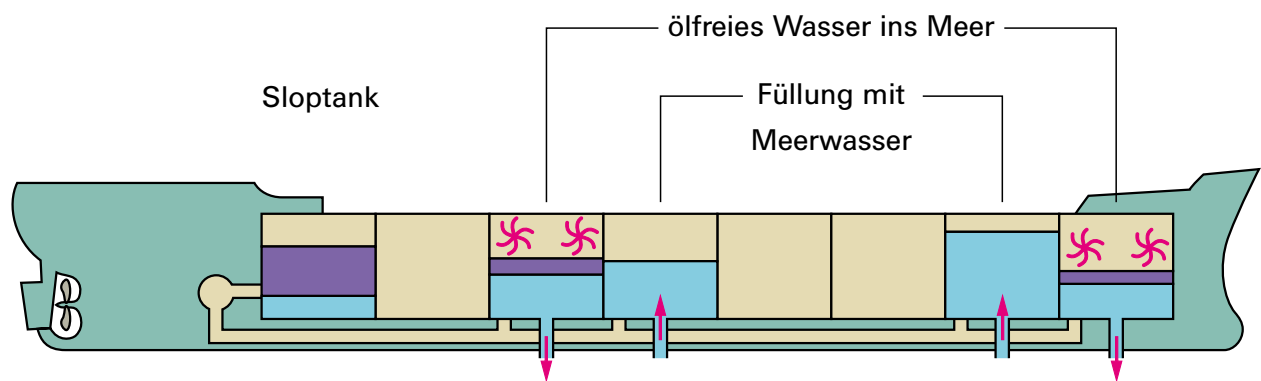
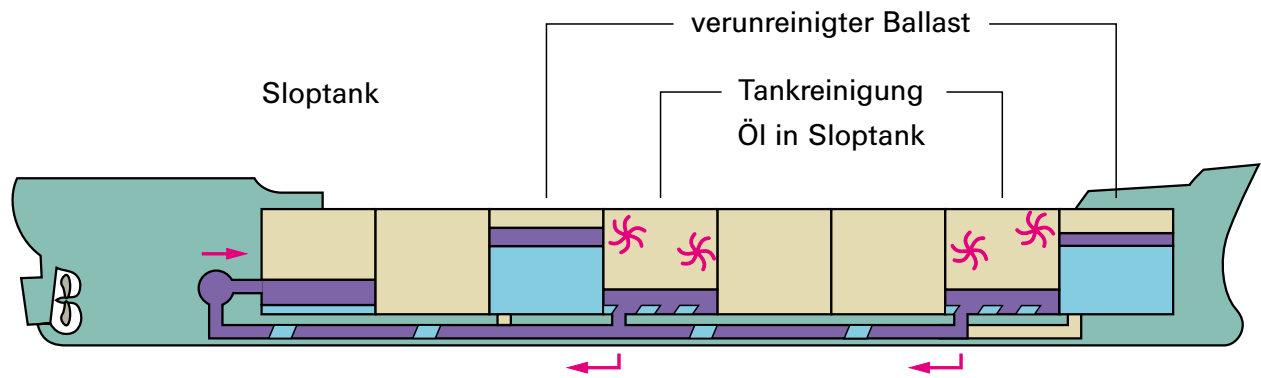


Tankerunfälle und Ölverluste

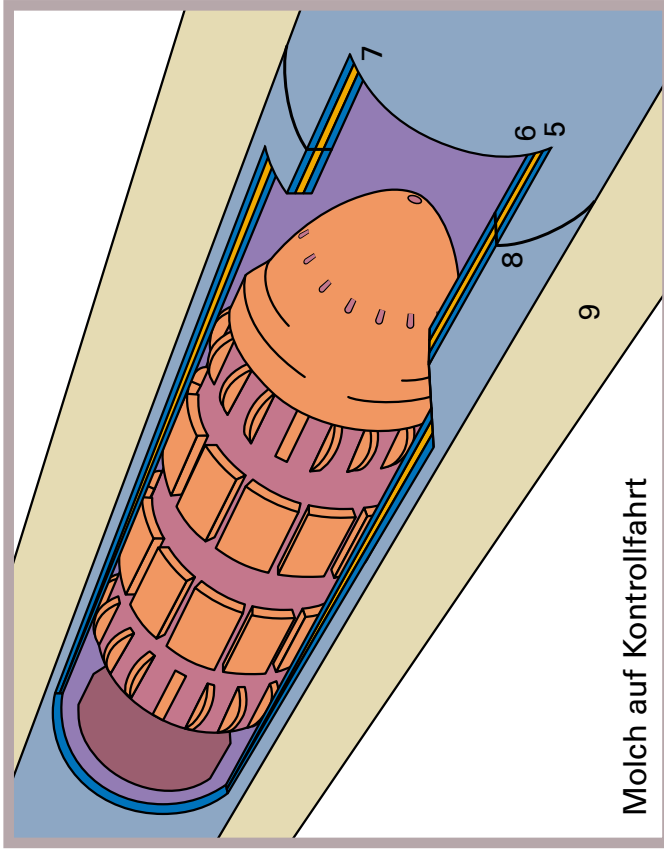
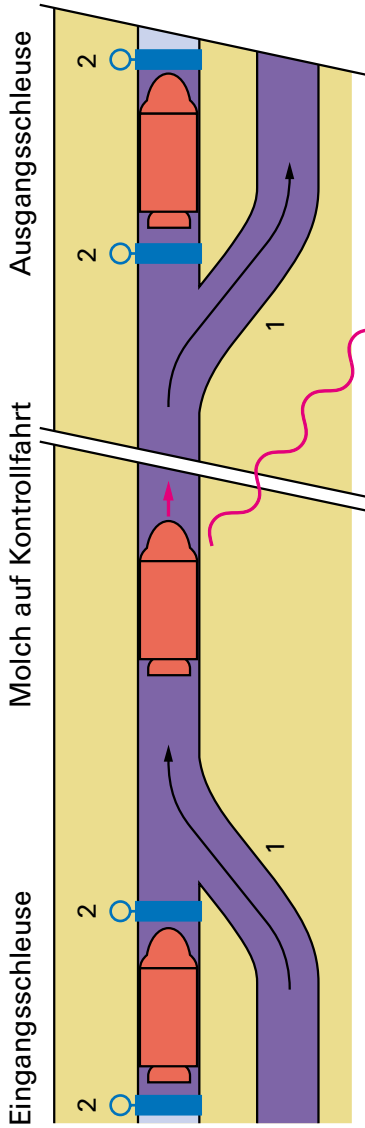
Anzahl Unfälle
(mit Verlusten über 7 Tonnen)



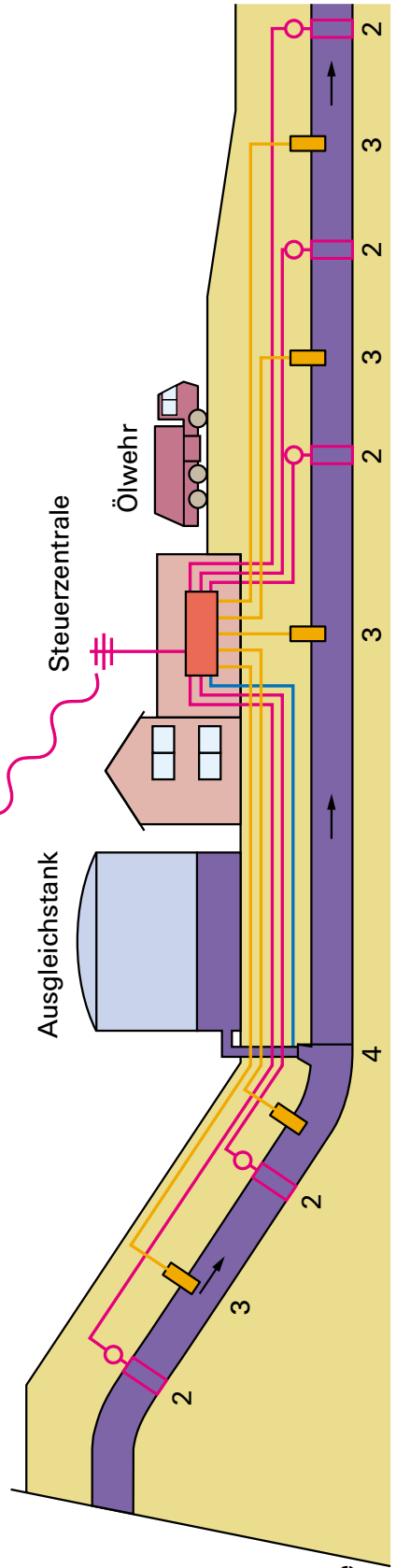
Das Load on Top-Verfahren



Sicherheitsmassnahmen bei Pipelinetransporten

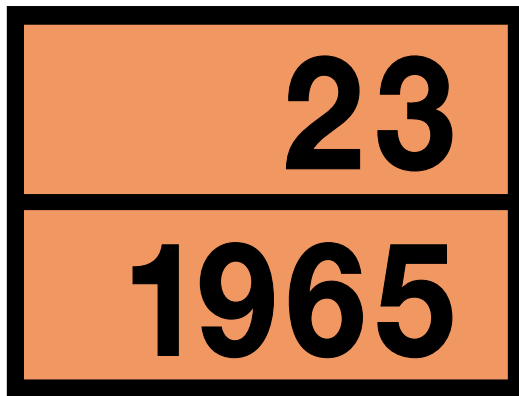


Übermittlung der
Kontrollergebnisse

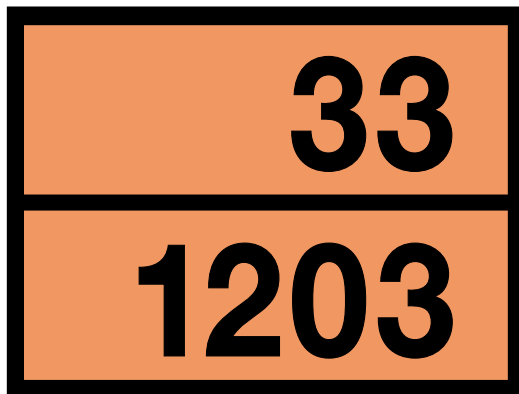


- 1 Transportgut (Öl)
- 2 Schieber
- 3 Drucksonden
- 4 Sicherheitsventil
- 5 hochwertiger Stahl
- 6 Korrosionsschutz
- 7 vorgeschriebene Wandstärke
- 8 mit Ultraschall geprüfte Schweissnähte
- 9 Sandbett

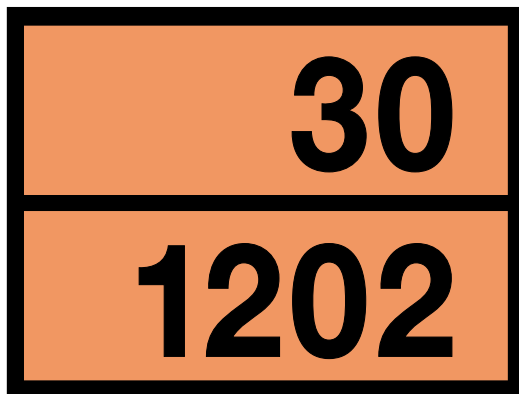
Gefahrenkennzeichnung für Öltransporte



Flüssiggas



Benzin



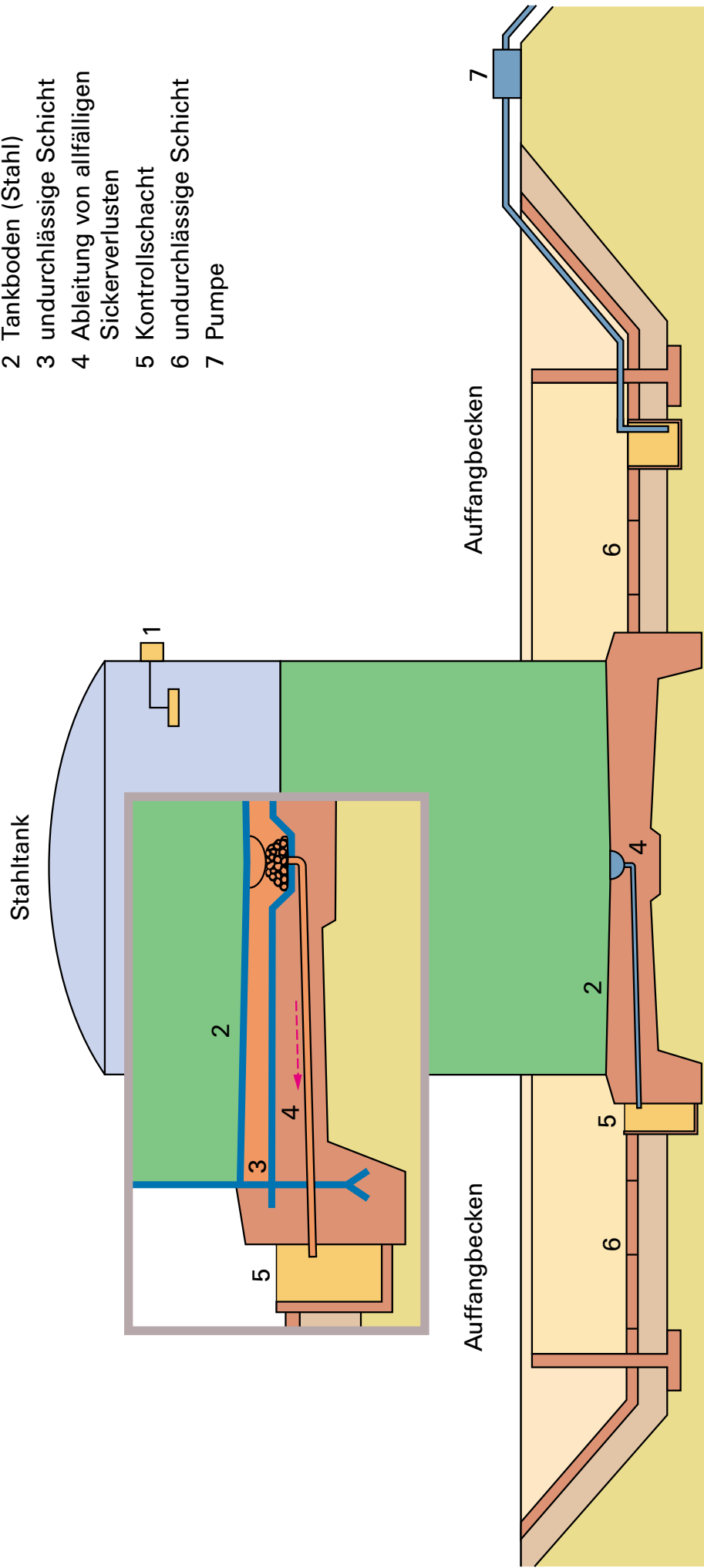
Heizöl Extra-Leicht
und Dieselöl



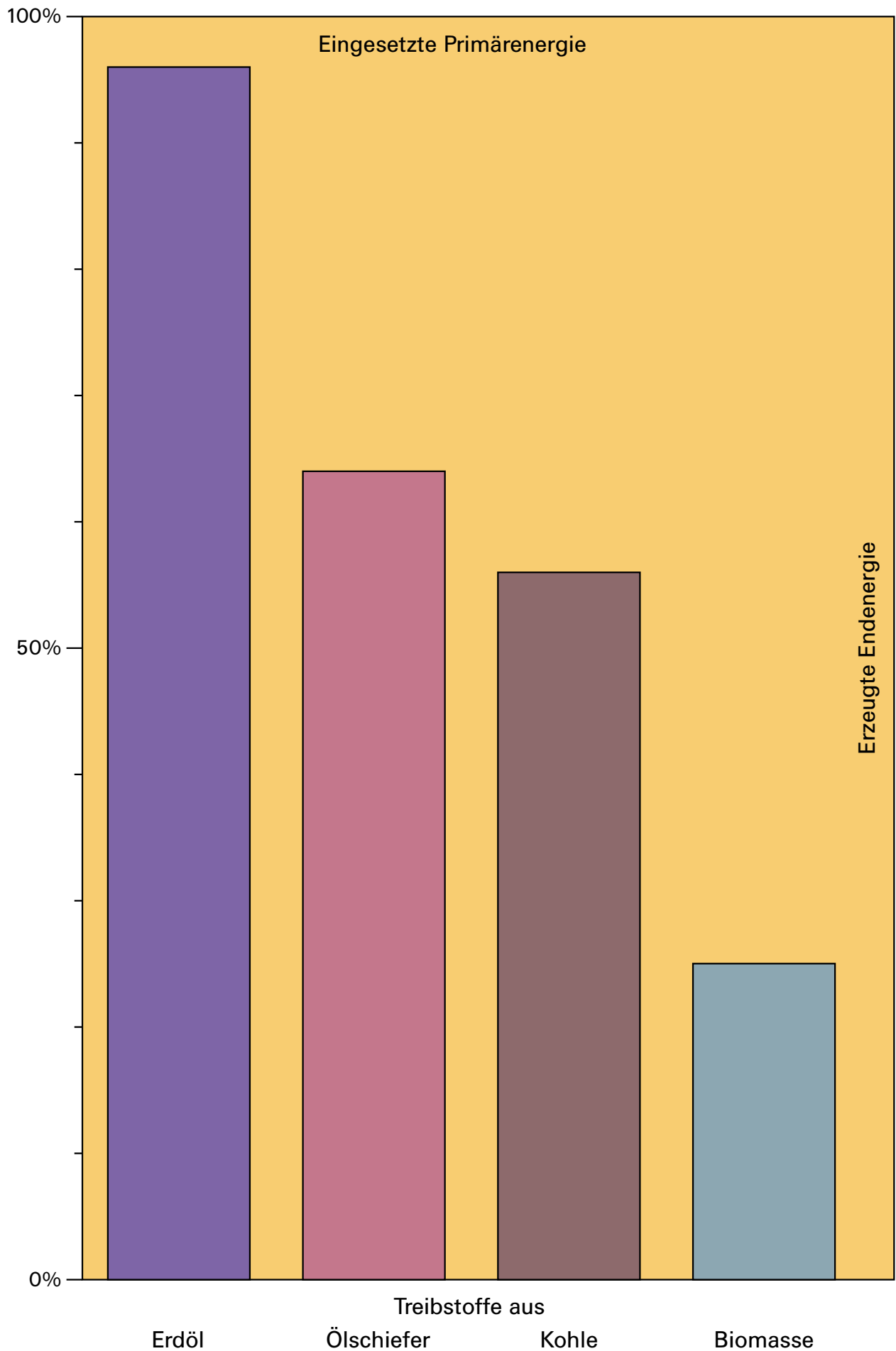
Feuergefährlich
(entzündbare flüssige Stoffe)

Lagerung von Erdölprodukten

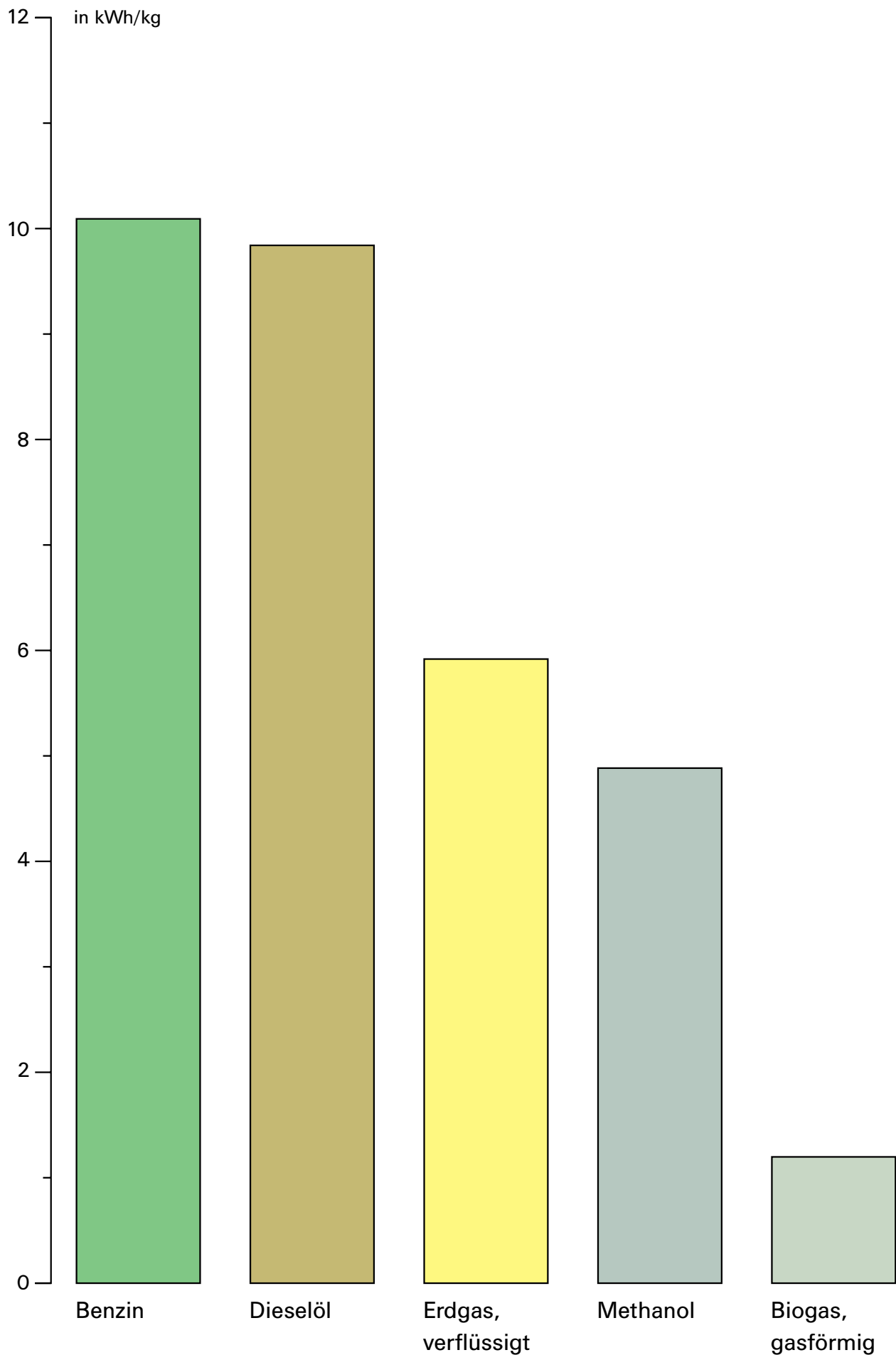
- 1 Überfüllsicherung
- 2 Tankboden (Stahl)
- 3 undurchlässige Schicht
- 4 Ableitung von allfälligen Sickerverlusten
- 5 Kontrollschacht
- 6 undurchlässige Schicht
- 7 Pumpe



Umwandlungswirkungsgrade

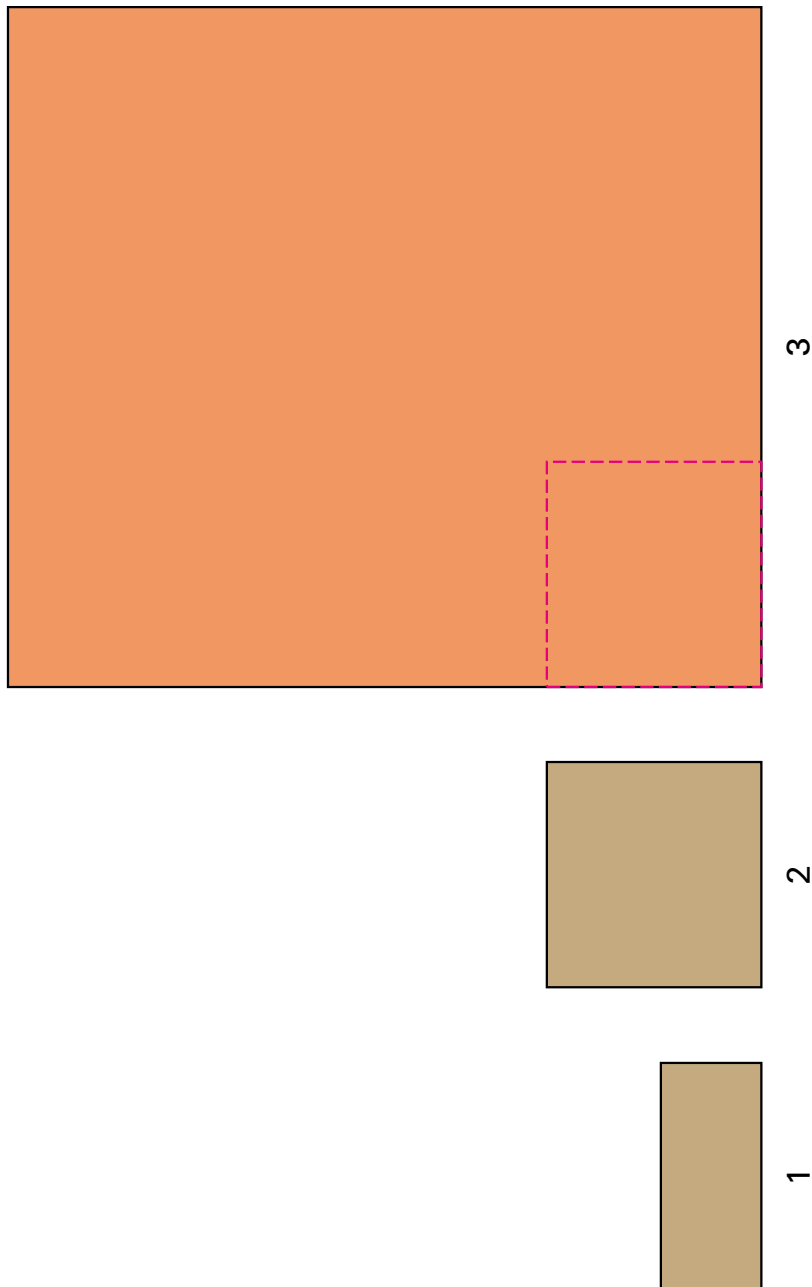


Speicherichte von Treibstoffen



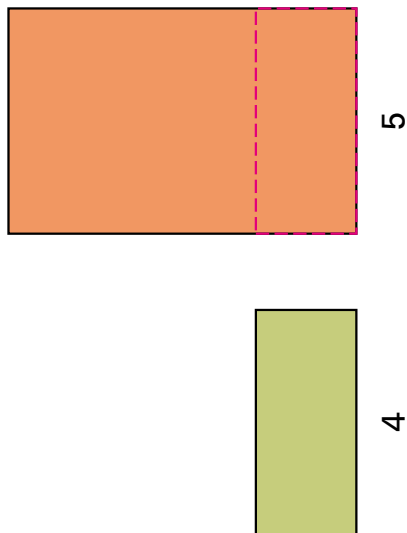
Substitutionpotential alternativer Energien

Holz ersetzt Heizöl



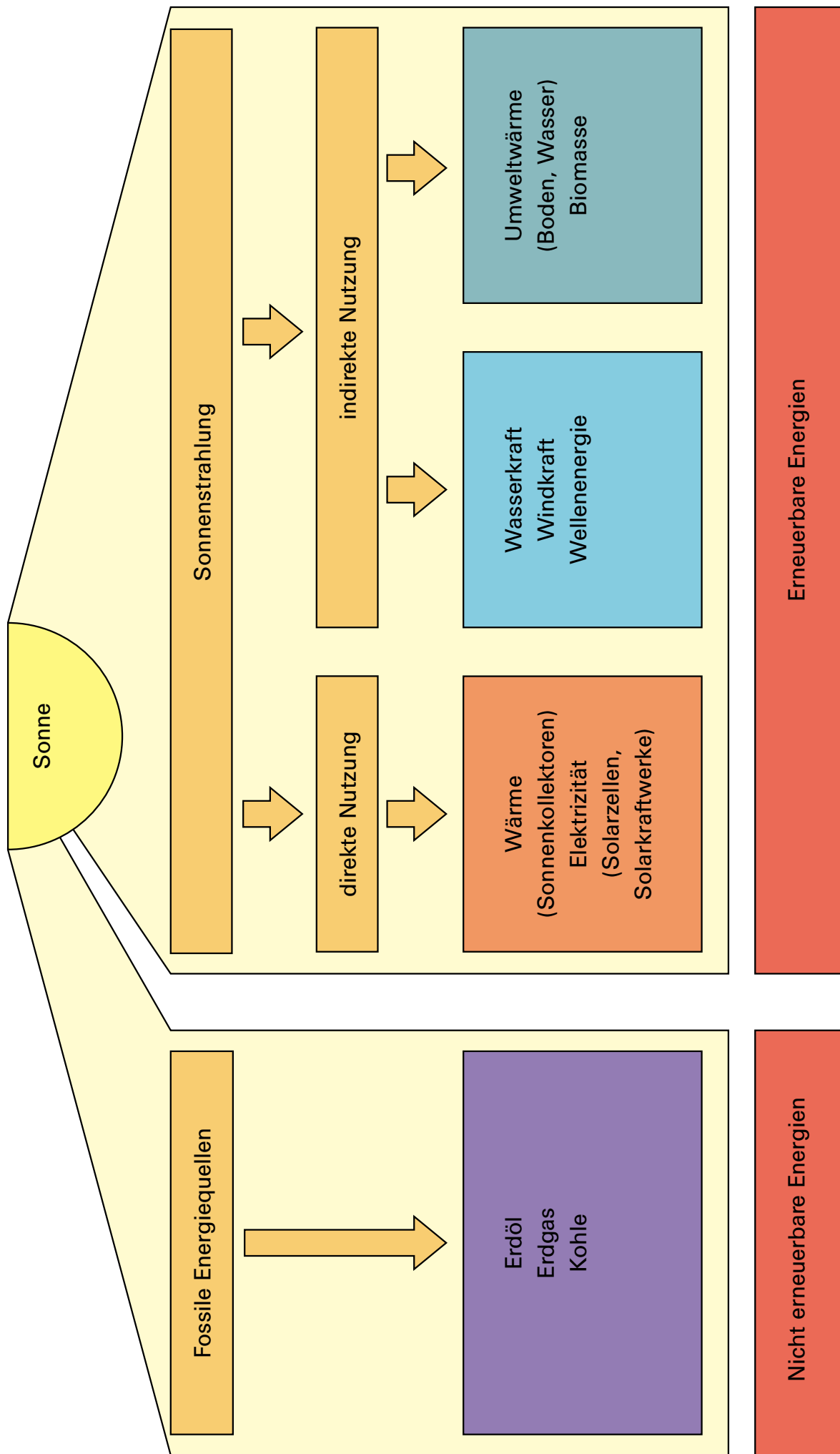
- 1 Brennholzverbrauch der Schweiz
- 2 Brennholzpotential der Schweiz
- 3 Heizölverbrauch in Holzäquivalent

Rapsöl ersetzt Dieselöl

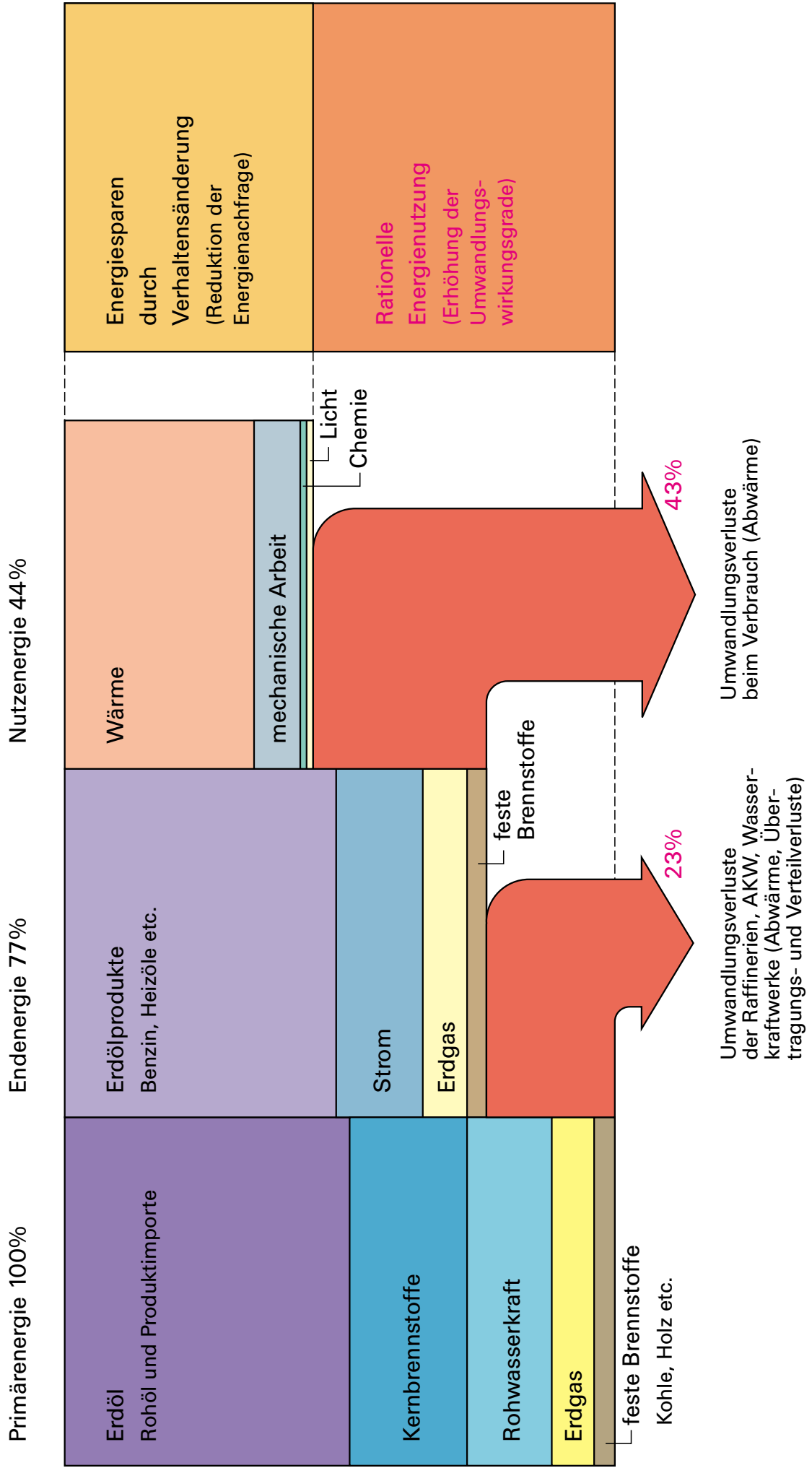


- 4 Schweizerische Ackerfläche
- 5 Zur Deckung des schweiz. Dieselölbedarfs benötigte Ackerfläche

Nutzungsformen der Sonnenenergie

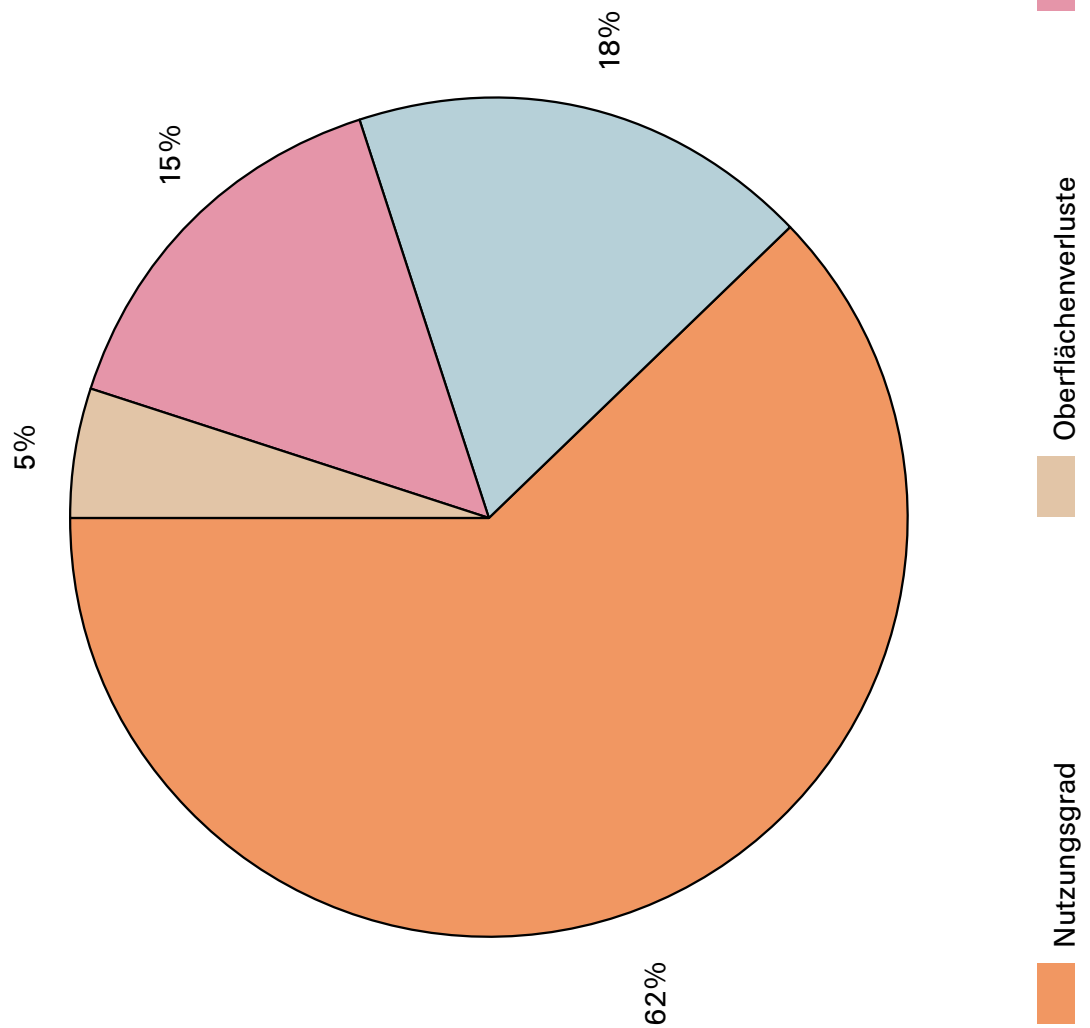


Energieflussdiagramm der Schweiz

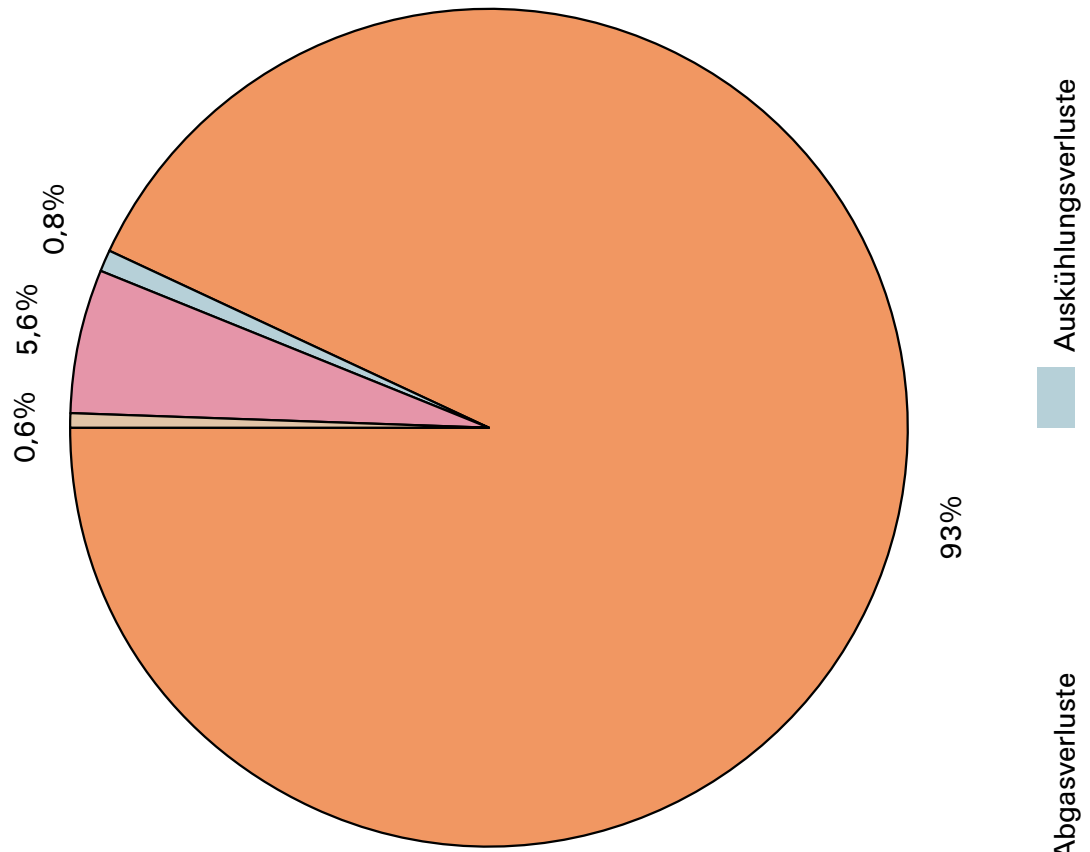


Nutzungsgrad von Ölheizungen

Alte Anlage

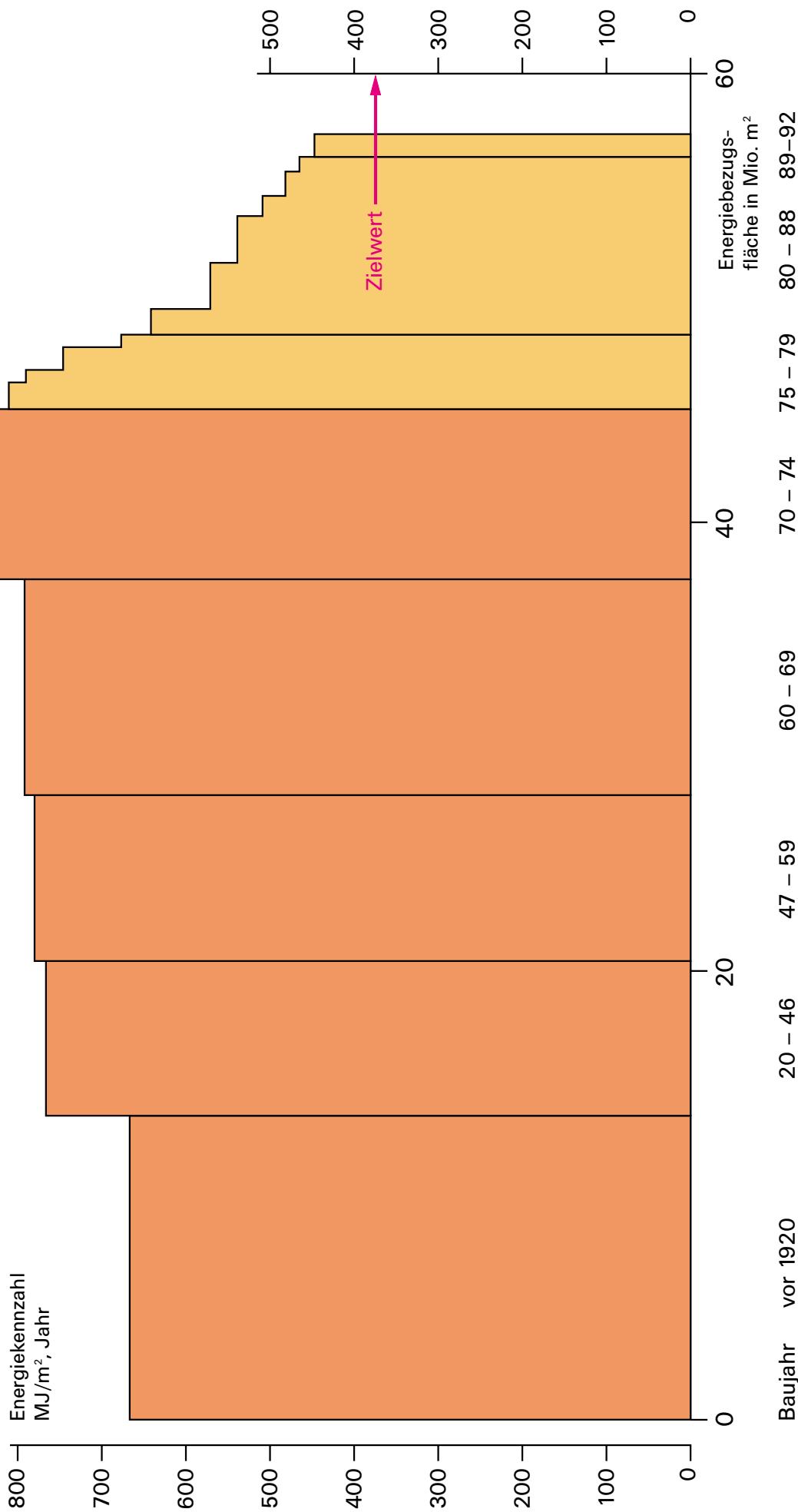


Moderne Anlage

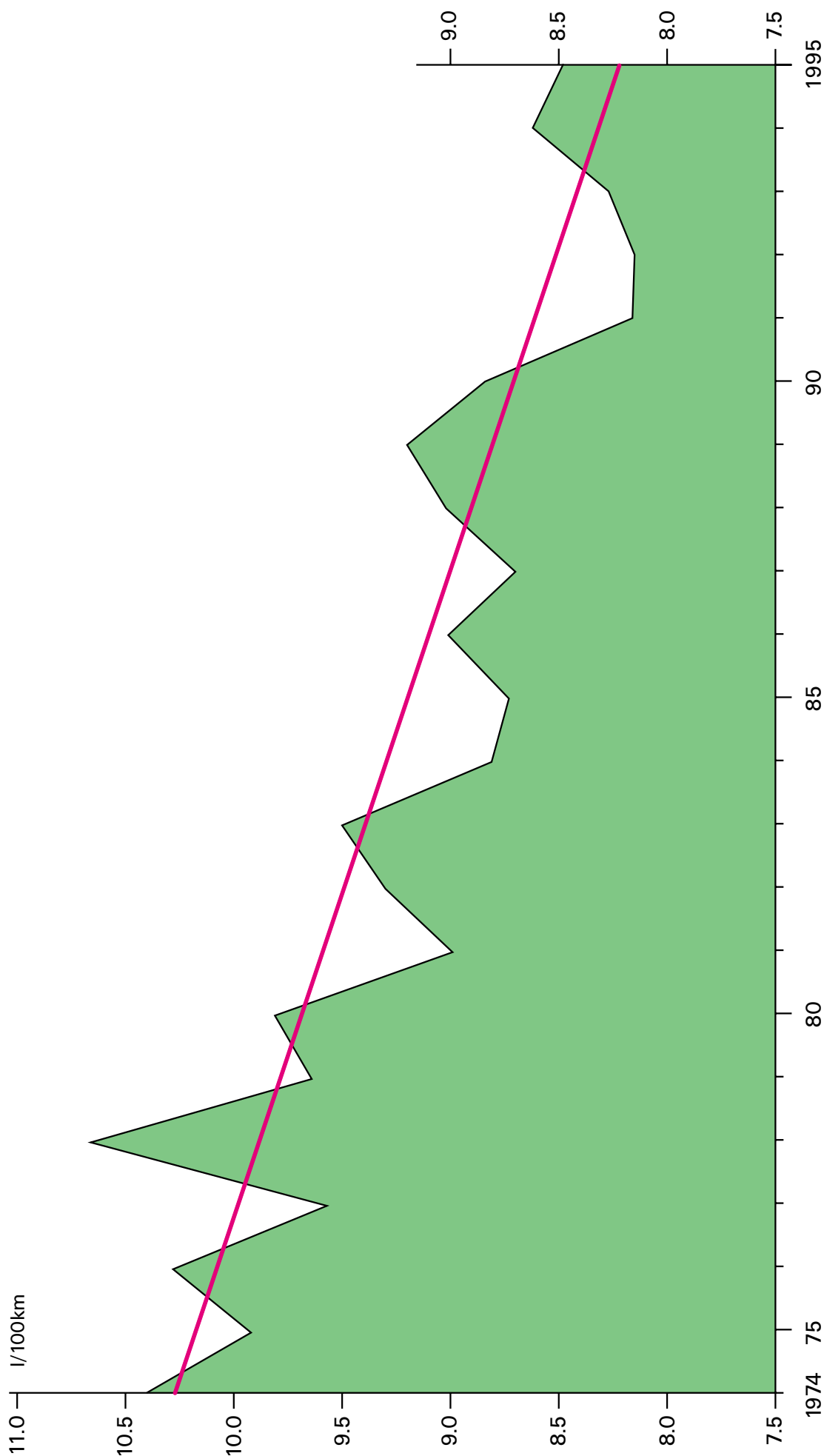


Wärmeverbrauch von Wohnbauten

Kanton Zürich, ölbeheizte Wohnbauten inklusive Warmwasser

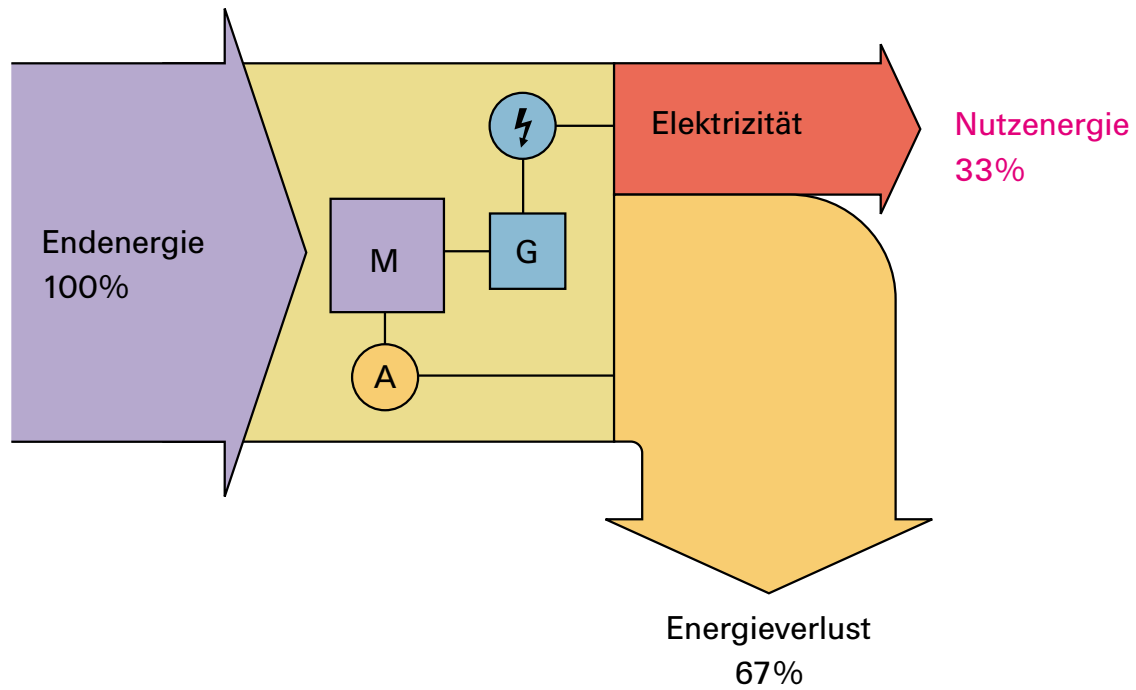


Mittlerer Benzinverbrauch neu zugelassener Personenkraftwagen

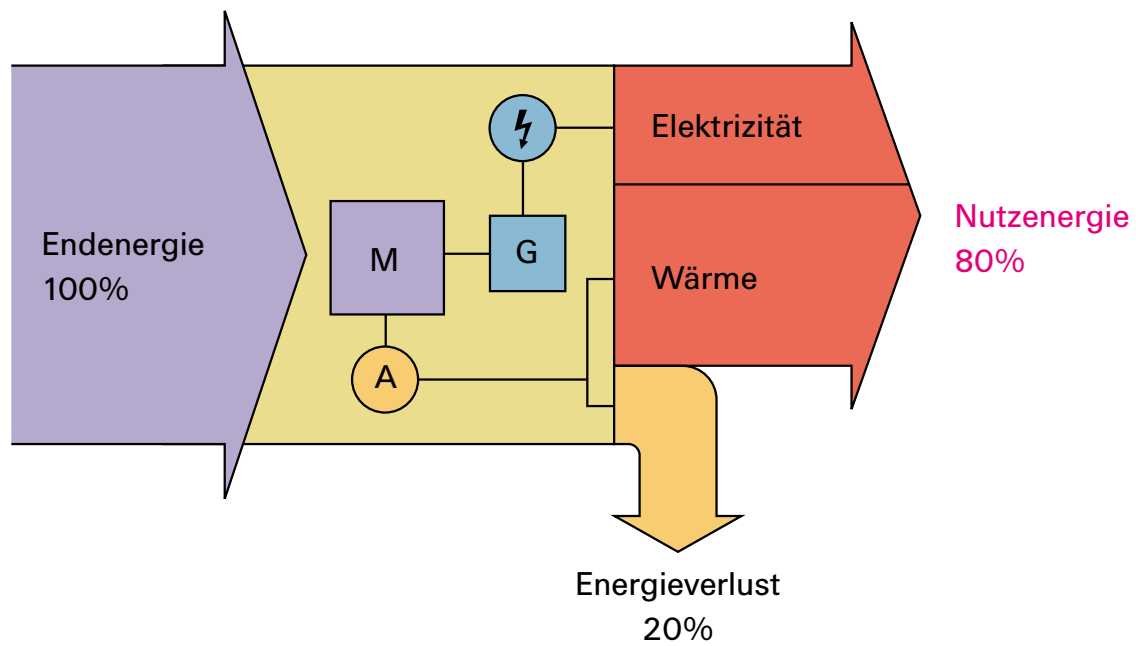


Wärme-Kraft-Kopplung

Thermische
Stromerzeugungsanlage



Wärme-Kraft-Kopplung
Blockheizkraftwerk



M Fossil betriebener Motor

G Generator

A Abwärme

Neumatrikulationen nach Hubraumklassen in der Schweiz

