



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*



LD staalslakken

literatuurstudie

Marcel Broekman

18 September 2025



voorstellen

Marcel Broekman

- > centrum Veiligheid
- > sinds 1990 bij RIVM
- > analytisch scheikundige en milieuchemicus (UVA)
- > opdrachtcoördinator en wetenschappelijk onderzoeker: ILT-kennisvragen, min.I&W, RWS



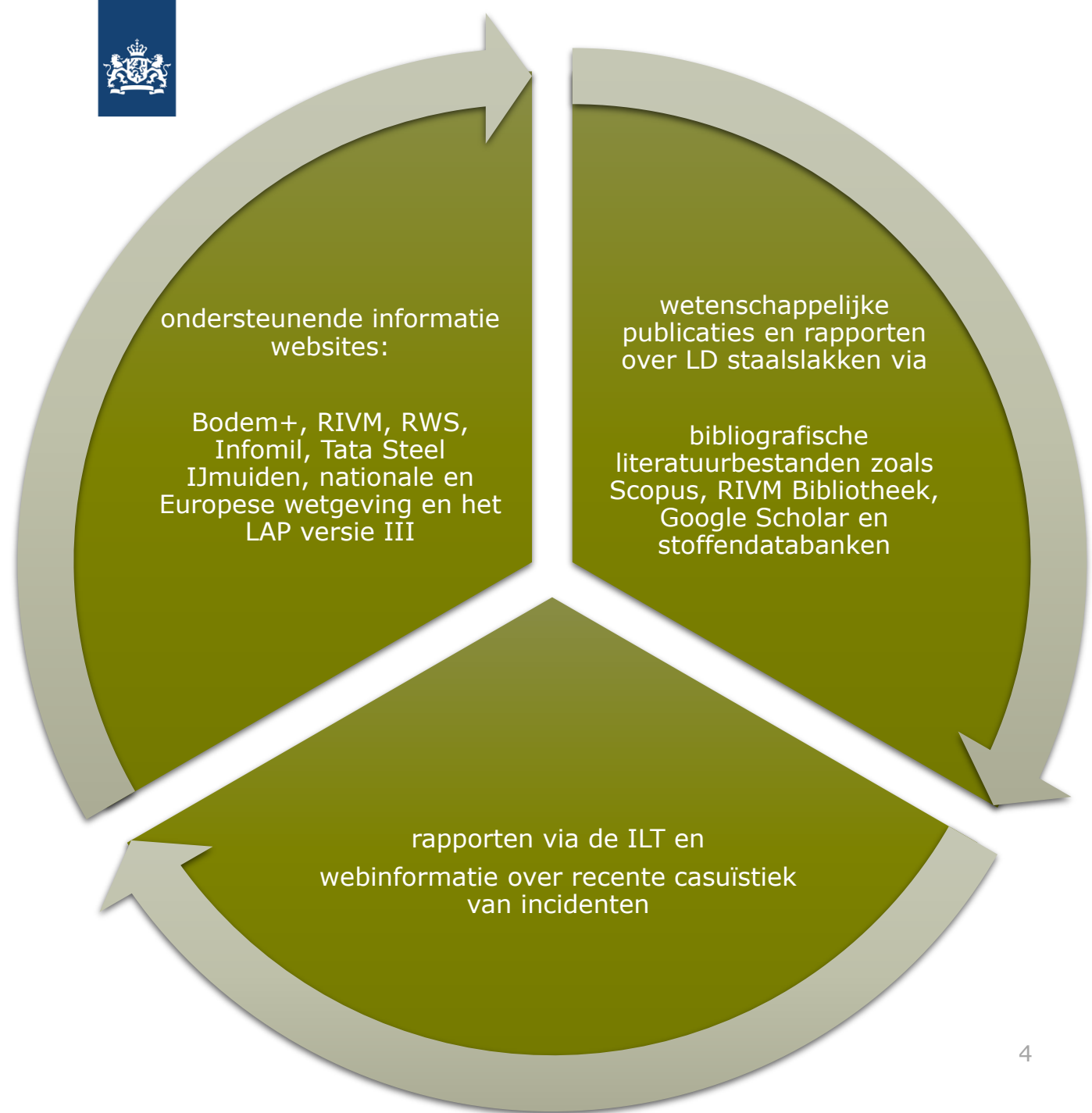


ILT-opdracht

- > milieuhygienische kwaliteit LD-staalslakken?
 - fysische eigenschappen
 - chemische/mineralogische samenstelling
 - emissies via uitloging
 - verouderingseffecten (carbonatatie)
 - invloed grootschalige toepassingen
- > focus bij toepassing op land



literatuuronderzoek





staalproductie

ijzerts => ruwijzer

ruwijzer => staal

Linz-Donawitz
proces

hoogoven

primaire reductie met cokes
en raffinage met
kalksteen/dolomiet onder
actieve toevoer van stikstof

Oxystaaloven

verlagen gehalte:

- koolstof met actieve
toevoer zuurstof
- verontreinigende stoffen
met kalksteen/dolomiet

ELO proces

schacht-, draaitrommel- of
wervelbedoven

directe reductie met
waterstof/koolmonoxide uit
de brandstof (steenkool, olie
of aardgas) en raffinage met
kalksteen/dolomiet

Vlamboogoven

verlagen gehalte:

- koolstof met passieve
toevoer zuurstof
- verontreinigende stoffen
met kalksteen/dolomiet



oxystaalproces

input

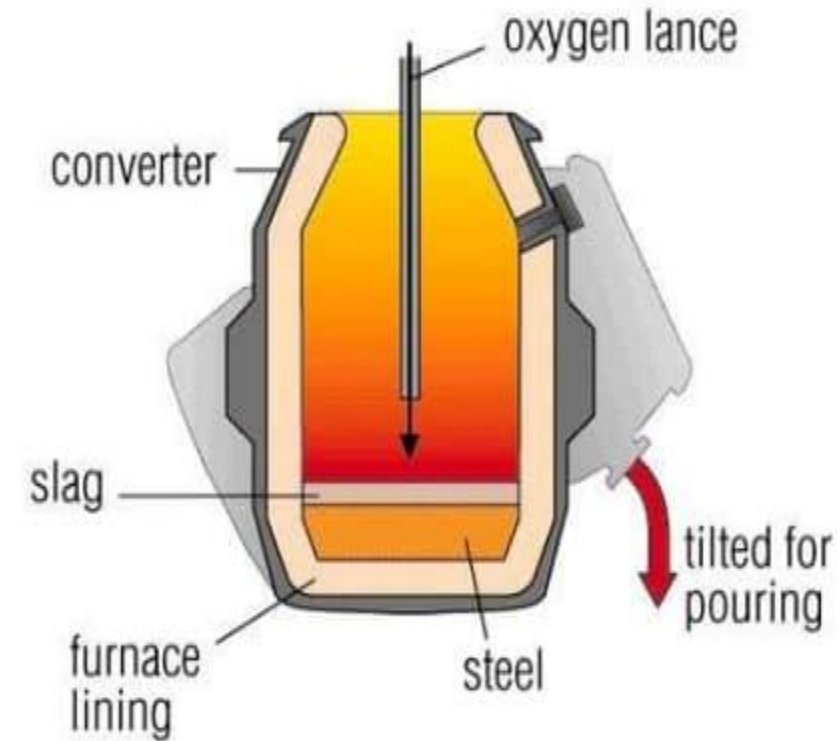
- ruwijzer en schroot
- zuiver zuurstof
- calcië, dolomiet en herbruikbare slakken
- *Legeringsmetalen Cr, Ni, Mo, V, Mn, Cu*

Thermisch proces

- hoge temperatuur (tot ca 1600° C)
- gesmolten ijzer en verontreinigingen
- slakken

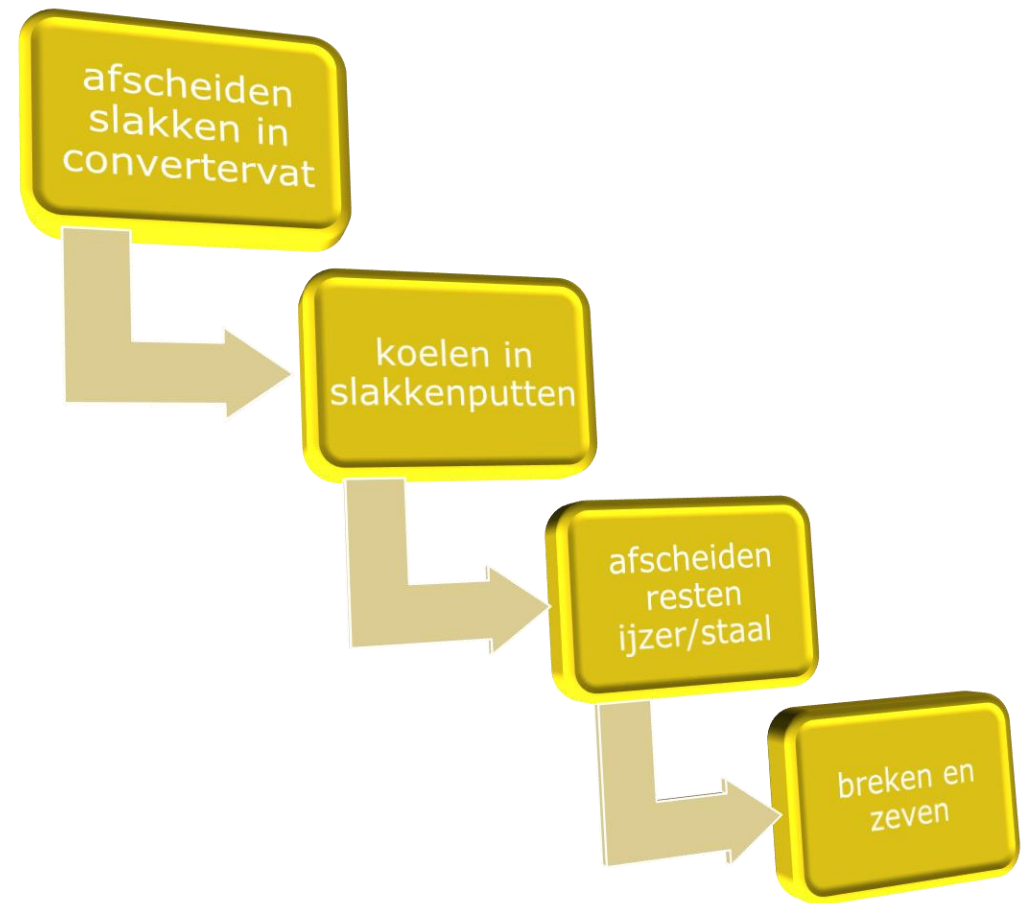
output

- staal
- (converter)staalslakken / LD staalslakken
- gassen, dampen en stof



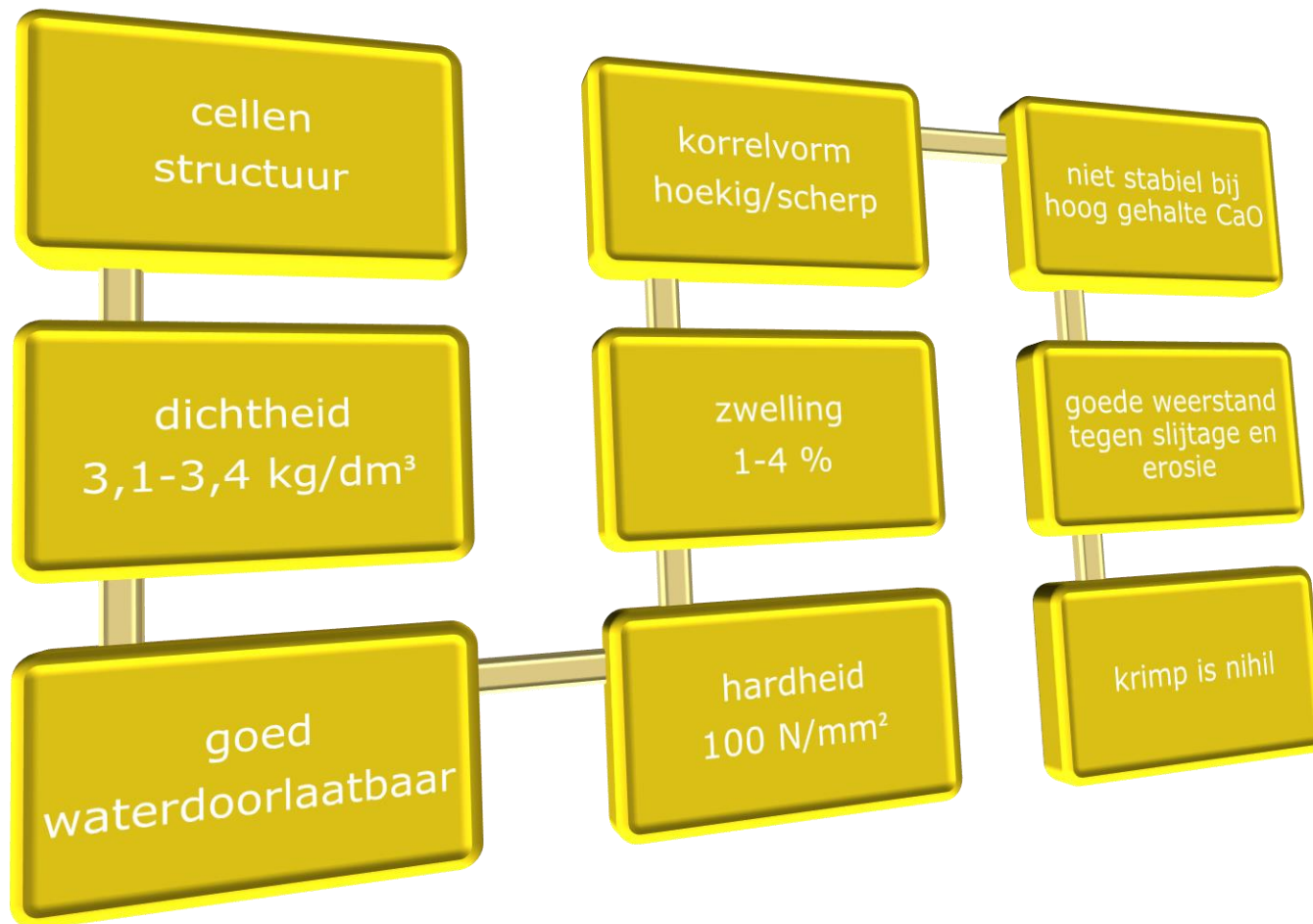


bewerking LD staalslakken





fysische eigenschappen LD staalslakken





LD staalslakken

chemische samenstelling



- > silicaten, oxiden, carbonaten, hydroxiden van calcium, silicium, aluminium, ijzer, magnesium, mangaan
- > aanwezige zware metalen:
 - tot 50 mg/kg
 - arseen, beryllium, boor, cadmium, kobalt, koper, kwik, lood, molybdeen, nikkel, titanium en zink
 - tussen 1000 en 5000 mg/kg
 - chroom, tin, vanadium en strontium



uitloogtesten

- › verplichte beoordeling milieukwaliteit met uitloogtesten
- › korrelvormige bouwstoffen: kolomproef
 - zeven eluaatfracties => emissiewaarde bij $L/S=10$ (in mg/kg)
 - dominerende mechanisme => percolatie "*koffie zetten*"
- › steenvormige bouwstoffen: diffusieproef => diffusie
 - acht eluaatfracties => emissiewaarde na 64 dagen (in mg/m²)
 - dominerende mechanisme => diffusie "*thee zetten*"



emissies via uitloging

Lage zuurgraad/hoge pH
(pH waarden tussen
11,0 en 12,5)

alle genormeerde zware
metalen in Regeling
bodemkwaliteit

Niet genormeerde
stoffen
*Sr, Na, Ca, Mn, Mg, Al,
Fe, Ti en B

ook op lange termijn

afhankelijk van
materiaaleigenschappen,
toepassing en
bodemkenmerken

verschil uitloogtest en
veldtoepassing

* Strontium, natrium, calcium, mangaan, magnesium, aluminium, ijzer, titanium en boor



verouderingseffecten

Carbonatatie: $\text{CaO} + \text{CO}_2 \Rightarrow \text{CaCO}_3$



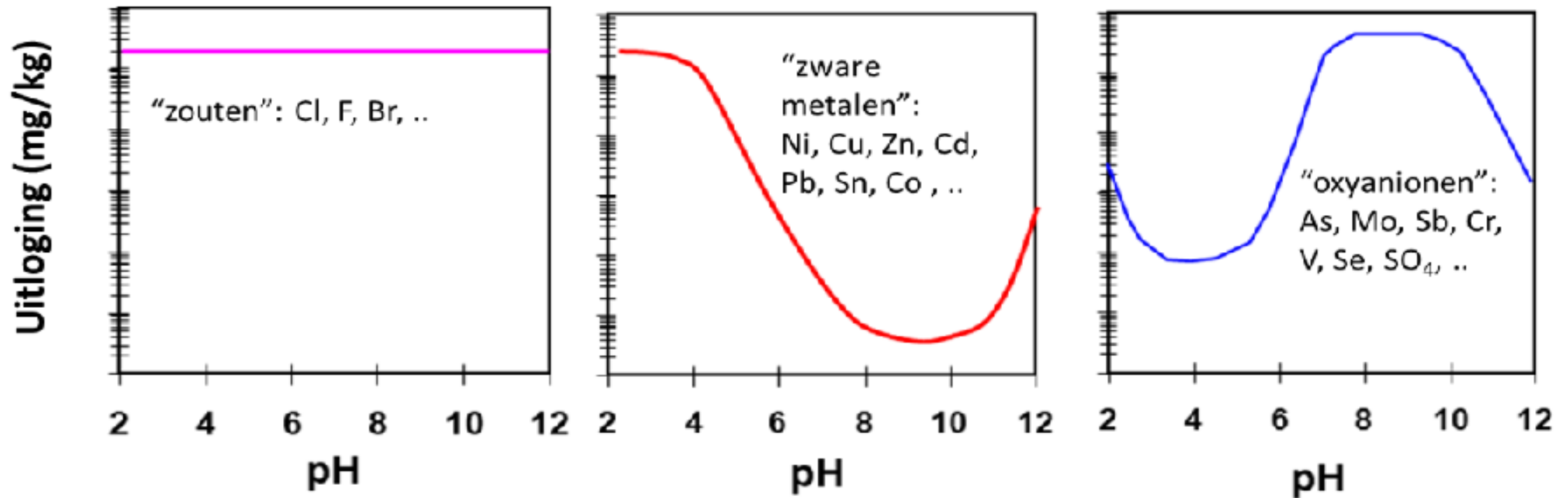
pH verlaging: pH-waarde 11-13 $\Rightarrow$ 8,5



redoxconditie: van reducerende naar
oxiderende conditie



pH effect op uitloging





milieueffecten grondbouw (landbodem)

- › onjuist gebruik bij grootschalige toepassing zonder afdekking
 - verstoring van evenwichten in bodemprocessen door hoge pH uitloging
 - verontreiniging van bodem en (aangrenzend) oppervlaktewater door zware metalen en hun verbindingen
 - kans op schade van gevoelige bodemorganismen
 - vertroebeling van (stilstaand) oppervlaktewater door slecht oplosbare zouten
 - acuut en langdurig





Aanbevelingen o.b.v. literatuurstudie

meer onderzoek naar
milieueffecten
(rol DOC, pH, redoxpotentiaal
en verouderingseffecten)

meer aandacht voor validatie
uitloogtesten voor beoogde
GWW toepassingen

evaluatie van de normstelling
t.a.v. bouwstoffen



Ontwikkelingen 2024

- > RIVM rapport staalslakken
19 April 2023
- > Expertsessie staalslakken
Oosterschelde
9 Januari 2024
- > Presentatie ECB-RWS
3 April 2024
- > RIVM Kennisnotitie reactie op TAUW
memo
21 mei 2024
- > RIVM rapport Chroom VI emissie bij
staalproductie
3 September 2024
- > RIVM rapport Evaluatie normenkader
(her)gebruik sec. bouwstoffen
5 September 2024



Ontwikkelingen 2025

- >
- > RIVM onderzoek pH effecten van
alkalische bouwstoffen
in uitvoering
- > RIVM advies over gevaarsindeling
LD staalslakken - Bureau REACH
april 2025
- > RIVM interne werkgroep staalslakken
juni 2025
- > tijdelijk verbod LD staalslakken en
ELO staalslakken
juli 2025



Dank voor uw aandacht !