



magister vini

Scriptie Magister Vini
Marien Christiaan Chanan Wisse
01-04-2024

De toekomst van Duitse riesling

Wat is het verwachte effect van klimaatverandering op Duitse kwaliteitsriesling de komende twintig jaar en hoe kunnen wijnboeren zich aanpassen?

Voorwoord

Na een aantal jaar op het hoogste niveau van de Nederlandse gastronomie gewerkt te hebben en na het afronden van de vinoloog opleiding besloot ik dat ik meer de diepte in wilde gaan met wijn. Ik ben aardrijkskunde gaan studeren aan de Hogeschool van Amsterdam om meer te weten te komen over klimatologie en geologie.

Gelijktijdig begon ik met werken bij Café Rijsel in Amsterdam. Na een aantal maanden startten de eigenaren van Rijsel een nieuw restaurant: Scheepskameel. Het eerste restaurant in de Benelux met een wijnkaart uitsluitend gevuld met Duitse wijn. Mij werd gevraagd om hier sommelier te worden. Na één jaar ben ik, samen met het restaurant Scheepskameel, begonnen met het importeren van Duitse wijn onder de bedrijfsnaam Wijnkameel.

Als sommelier bij restaurant Scheepskameel kwam ik erachter dat mijn recent opgedane kennis over aardwetenschappen goed viel toe te passen. In Duitsland zijn een tweetal druiven van wezenlijk belang voor kwaliteitswijn: riesling en spätburgunder. Deze worden verbouwd in elk 'Anbaugebiet' in Duitsland met elk eigen organoleptische eigenschappen. De verschillende klimaten en bodems zorgen ervoor dat al deze Rieslings en Spätburgunders een andere typiciteit hebben. De verschillen afkomstig van bodem en klimaat zijn bij een druif als riesling goed waarneembaar omdat een aromatisch ras als riesling in veel gevallen niet malolactisch vergist wordt en zelden nieuw eikenhout als rijping meekrijgt. De smaak komt grotendeels uit de druif zelf en in mindere mate van vinificatie technieken. Doordat Riesling zonder 'schmink' geproduceerd wordt is het mogelijk om beter te analyseren wat variërende waarden zoals klimaat(verandering) en bodem doen met de smaak van de wijn. De klimaatverandering is een groot, zo niet het grootste, thema bij Duitse wijnboeren waar ik mee werk en bevriend mee ben. Zowel de link tussen mijn interesses riesling en aardwetenschappen als de zorgen bij de Duitse wijnboeren over klimaatverandering is voor mij de reden om in het kader van de opleiding Magister Vini te onderzoeken of en hoe wijnboeren over twintig jaar nog Riesling kunnen produceren in Duitsland.

Inhoudsopgave

1. Samenvatting	6
2. Inleiding	7
3. Onderzoeksmethodiek	9
3.1 Deelvragen	9
3.2 Methodiek	9
3.3 Stappenplan	10
3.4 Reikwijdte van het onderzoek	12
4. De druif riesling	13
4.1 Oorsprong	13
4.2 Klimaat en voorkomen	13
4.3 Karakteristieken	14
4.4 Wijnstijl	15
4.5 Rieslingklonen	16
4.6 Persoonlijke beschouwing	16
5. Duitsland en zijn wijngebieden	18
5.1 Geografie	18
5.2 Klimaat	19
5.3 Voorkomen van verschillende bodems & gesteentes in Duitsland	19
5.4 Het effect van de bodem	20
5.5 Wijnwetgeving Duitsland	22
5.6 Persoonlijke beschouwing	23
6. Typiciteit van Duitse Riesling	25
6.1 Riesling in Duitsland	25
6.2 Typiciteit Duitse Riesling in een Duits klimaat	25
6.3 Riesling klonen, onderstokken en plantdichtheid in Duitsland	26
6.4 Persoonlijke beschouwing	27
7. Klimaatverandering en de effecten op Duitse wijnbouw	29
7.1 Beschrijving mondiale klimaatverandering	29
7.2 Algemene effecten van klimaatverandering op wijnbouw	30
7.3 Effect temperatuursverandering op Duitse wijnbouw	31
7.4 Effect zonnestralingsverandering op Duitse wijnbouw	31
7.5 Effect verandering in neerslag, droogte en evapotranspiratie op Duitse wijnbouw	32
8. Invloed van klimaatverandering op Duitse riesling tot nu toe	35
8.1 Temperatuur	35
8.2 Zonnestraling	36
8.3 Neerslag, droogte en evapotranspiratie	36
8.4 Persoonlijke beschouwing	37
9. Modellen om te bepalen of riesling past bij het Duitse klimaat	39
9.1 Winkler-index & Huglin-index	39
9.2 Grapevine Sugar Ripeness model	40
9.3 Berekeningen met het GSR-model	41

10. Aanpassingsmogelijkheden voor rieslingwijnboeren in Duitsland	46
10.1 Temperatuur	46
10.2 Zonnestraling	48
10.3 Neerslag, droogte en evapotranspiratie	49
10.4 Veerkracht van de natuur	53
10.5 Rigoureuze alternatieven	55
10.6 Persoonlijke beschouwing	57
11. Conclusie en discussie	59
11.1 Conclusie	59
11.2 Persoonlijke concluderende beschouwing	64
11.3 Aanbeveling verder onderzoek & limitaties	64
I. Verklarende woordenlijst	66
II. Bronvermelding	70
III. Appendices	77
1. Reputatie Duitse Riesling	77
2. Onderzoeksgroepen en criteria interviews	79
3. Onderzoeksvragen	80
4. Interviews uitgewerkt	82

1. Samenvatting

Riesling uit Duitsland wordt gekenmerkt door elegantie, finesse en zuren. Deze karakteristieken komen onder druk te staan door klimatologische veranderingen: de temperaturen stijgen en extreme weersomstandigheden zoals hevige regenval en langere periodes van droogte zullen toenemen. Wijnboeren proberen de smaak van Riesling zo veel als mogelijk onaangetast te laten en zijn daarom genoodzaakt maatregelen te nemen in het wijngaardmanagement. Het is daarom belangrijk dat de gevolgen van klimaatverandering op de verbouw van riesling in kaart worden gebracht net als de aanpassingsmogelijkheden die de wijnboer heeft. In dit onderzoek worden de effecten van klimaatverandering op riesling aan de hand van literatuur onderzocht. Ook wordt middels het Grapevine Sugar Ripeness model berekend of de toekomstige temperaturen van de Duitse wijngebieden nog geschikt zijn voor de aanplant van riesling. De resultaten van het literatuuronderzoek en de eigen berekeningen zijn aangevuld door informatie gewonnen uit interviews met toonaangevende rieslingproducenten en drie van de belangrijkste wijnbouw-professoren. De verwachting is dat Duitsland de komende twintig jaar goede rieslingwijnen zal voortbrengen. Riesling is in Duitsland van oudsher een laat-rijpend druivenras en heeft daardoor meer rek dan vroeg-rijpende variëteiten. Bovendien kan de rieslingproducent met bijstelling van wijngaardwerk zoals onder andere de oogst vervroegen, aangepast loofwandbeheer en bodembedekkers zich aanpassen aan de veranderingen in het klimaat. Wel is het naar aanleiding van de resultaten van dit onderzoek aannemelijk dat het smaakprofiel van Riesling zal veranderen. Zo zullen de zuren afnemen en de aroma-samenstelling zal wijzigen. In dit onderzoek is niet onderzocht of er andere druivenrassen zijn die mogelijk nog beter bij het toekomstige Duitse klimaat passen. Ook wijzigen de klimaatprognoses van het IPCC voortdurend waardoor constant onderzocht moet worden of riesling in Duitsland verbouwd kan worden. Tot slot moet er in de toekomst meer onderzoek gedaan worden naar epigenetica, bodemmicrobiologie en droogteresistente wortelstokken.

2. Inleiding

Riesling is in het oorspronkelijk koele klimaat van Duitsland (Müller et al., 2019) een relatief laat-rijpend druivenras (Van Leeuwen, 2023). Rieslingwijnen zijn van origine meestal vrij licht in alcohol en bezitten een natuurlijke, verfrissende zuurgraad. Ze hebben in de beste gevallen de mogelijkheid om decennialang te rijpen (Brabant & Roovers, 2021).

De typiciteit van Duitse Riesling komt echter onder druk te staan door klimaatverandering. In het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) uit 2021 staat onder meer dat de temperaturen zullen stijgen en dat, soms extreme, regenval in Noordwest-Europa naar alle waarschijnlijkheid gaat toenemen. Deze klimatologische veranderingen hebben grote invloed op de wijnbouw en mogelijk ook op de smaak van Duitse Riesling. Volgens het Duitse equivalent van het KNMI, de Deutscher Wetterdienst (2021), is de temperatuur reeds 1,6 graden Celsius gestegen en zijn de extremen extremer geworden. Winters zijn natter geworden en zomers droger. Een pijnlijk en actueel voorbeeld van toegenomen extremen is de watersnoodramp die zich in juli 2021 heeft voltrokken in het Ahr-dal (Truedinger et al., 2023). Verder is er door schonere lucht in Europa minder bewolking. Dat zorgt voor meer zonnestraling (Schönleber, 2023; Schultz, 2023) wat resulteert in hogere bodemtemperaturen met meer evapotranspiratie en daarmee een mindere hoeveelheid water in de bodem (Santos et al., 2020). Bovendien is de piek in temperatuur nog niet bereikt. Voor de komende twintig jaar voorspelt het IPCC (2021) een temperatuurstijging van maximaal één graad Celsius. Klimaatverandering is dan ook, bijna zonder uitzondering, een van de grote onderwerpen waarover gesproken wordt in conversaties met wijnboeren.

Het doel van dit onderzoek in het kader van Magister Vini is om kennis en inzicht te verkrijgen over wat klimaatverandering voor impact gaat hebben op Duitse Riesling en welke mogelijkheden wijnboeren hebben om hierop in te spelen. Om tot dit inzicht te komen is onderzocht wat klimaatverandering precies inhoudt in termen van temperatuur, zonnestraling en neerslag om vervolgens te bepalen wat de mogelijke invloed is op kwaliteitsriesling uit Duitsland. Om de werkelijke invloed te bepalen is in dit onderzoek vervolgens onderzocht wat de aanpassingsmogelijkheden van wijnboeren zijn. De boer is namelijk niet geheel afhankelijk van de krachten van de natuur en heeft zelf ook invloed: met wijngaard- en keldermanagement kan men zich aanpassen aan de klimaatverandering.

De onderzoeksvraag is dan ook: ‘Wat is het verwachte effect van klimaatverandering op Duitse kwaliteitsriesling de komende twintig jaar en hoe kunnen wijnboeren zich aanpassen?’

Er is al veel literatuur over de impact van klimaatverandering op de wijnbouw in Europa te vinden maar door de grote onzekerheden voor de toekomstige wijnbouw in Duitsland is het belangrijk dit relevante onderwerp vanuit zo veel mogelijk invalshoeken te benaderen en te onderzoeken. Daarnaast vraagt het onderwerp klimaatverandering met de bijkomende onzekerheden en veranderlijke -steeds urgentere- prognoses om een constante evaluatie voor de gevolgen voor de Duitse wijnbouw. Bovendien zijn onderzoeken naar de betekenis van klimaatverandering voor Duitse riesling beperkt. Dit onderzoek zal bijdragen aan de kennis die er is over de effecten van klimaatverandering op wijnbouw in algemene zin, op Duitse riesling in het bijzonder en over de adaptatiemogelijkheden van wijnboeren. Verder is dit onderzoek bedoeld voor wijnboeren die de laatste informatie over klimaatverandering tot zich willen nemen of benieuwd zijn hoe andere wijnboeren zich wapenen tegen klimaatverandering. Tot slot is dit onderzoek interessant voor eenieder die zich met Duitse riesling bezighoudt en meer wil begrijpen over klimaatverandering, wijnbouw, Duitsland als wijnland en riesling.

3. Onderzoeksmethodiek

De hoofdvraagstelling van deze scriptie is: ‘Wat is het verwachte effect van klimaatverandering op Duitse kwaliteitsriesling de komende twintig jaar en hoe kunnen wijnboeren zich aanpassen?’. De hoofdvraag wordt onderzocht aan de hand van drie deelvragen.

3.1 Deelvragen

1. Wat is de typiciteit van Duitse Riesling?

Riesling staat al sinds de Middeleeuwen aangeplant in Duitsland. Het duurde na de eerste documentatie uit 1435 iets meer dan een eeuw voordat de rieslingdruif werd gezien als de absolute top. Vanaf de 16^e eeuw werd riesling gezien als de beste druif van Duitsland, wat toen ook de huidige Franse Elzas bevatte (Sweet, 2009). De Duitse wijnmarkt stortte compleet in na de Wereldoorlogen. In de jaren '50 van de vorige eeuw kwamen de hoogtijdagen van de goedkope, zoete witte wijn ‘Liebfraumilch’ (Brabant & Roovers, 2021) om vervolgens ook nog het ‘ruitwisservloei-stof-schandaal’ te krijgen dat verwerkt moest worden (Kester, 2010). Pas eind jaren '90 vonden de Duitse Rieslings weer de weg omhoog (Pigott, 1999). Wat typeert nu de Rieslings uit Duitsland?

2. Wat is de invloed van klimaatverandering op Duitse riesling?

Riesling is een druivenras dat gedragen wordt door haar zuren en fruit aroma's. In Duitsland, waar ze te boek staat als laat-rijpend druivenras, kan riesling lang aan de stok rijpen en een zeer hoog niveau bereiken (Braatz et al., 2014). Echter wordt ook Duitsland getroffen door klimaatverandering. In vergelijking met het mondiale gemiddelde zelfs sterker dan andere delen van de wereld en bovendien is de piek nog niet bereikt (DWD, 2021; IPCC, 2021). Wat betekent dit voor Duitse riesling?

3. Hoe kunnen Duitse rieslingproducenten de klimaatverandering het hoofd bieden?

Het veranderende klimaat vraagt om aanpassingen. Om het niveau van Duitse Rieslings hoog te houden en om de typiciteit van Riesling zo goed als het kan te bewaren zullen Duitse wijnboeren alles uit de kast moeten trekken. Welke instrumenten hebben Duitse wijnboeren in handen om zich te wapenen tegen klimaatverandering?

3.2 Methodiek

Het onderzoek bestaat uit een literatuurstudie aangevuld met de resultaten van eigen berekeningen aan de hand van het Grapevine Sugar Ripeness model en semigestructureerde interviews met

rieslingwijnboeren en oenologie docenten. Bij een literatuurstudie wordt de informatie van verschillende al dan niet wetenschappelijke onderzoeken en literatuur bij elkaar gebracht om een goed beeld te vormen van het onderwerp (Glasziou, et al., 2001). Een semigestructureerd interview is een kwalitatieve onderzoeksmethode waarbij de vragen van tevoren overdacht en geformuleerd zijn maar waarvan afgeweken kan worden. In appendix 2 zijn de criteria voor de onderzoeksgroep te vinden en eveneens de uiteindelijke onderzoeksgroep. In appendix 3 zijn de vragen die in dit onderzoek hebben gediend als uitgangspunt weergegeven. De literatuurstudie en de interviews zullen leiden tot een antwoord op de hoofdvraag: ‘Wat is het verwachte effect van klimaatverandering op Duitse kwaliteitsriesling de komende twintig jaar en hoe kunnen wijnboeren zich aanpassen?’

3.3 Stappenplan

Om tot de beantwoording van de hoofd- en deelvragen te komen zijn de volgende stappen gemaakt:

1. De oorsprong van de rieslingdruif

Riesling en Duitse wijnbouw zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. Al honderden jaren horen deze bij elkaar. Om de eerste deelvraag ‘wat is de typiciteit van Duitse riesling?’ te beantwoorden is het nodig om een compleet beeld te hebben van riesling. In deze eerste stap wordt de rieslingdruif aan sich behandeld. Hiervoor is onder andere het zeer aan te raden boek ‘Wijnland Duitsland’ van Gerd Brabant en Marc Roovers (2021) gebruikt en tevens de bijbel voor Duitse wijnboeren: ‘Der Winzer - Weinbau’ van Edgar Müller (2019).

2. Beschrijving van Duitsland als wijnland

De tweede stap voor beantwoording van de eerste deelvraag is de beschrijving van Duitsland als wijnland. Geografie, regenval en temperaturen spelen hier een belangrijke rol. Ook hoort bij deze beschrijving aandacht voor de geologische diversiteit in de Duitse wijnbouwgebieden omdat dit mogelijk effect kan hebben op de veerkracht van de wijngaarden. Het boek van Brabant en Roovers (2021) is een belangrijke bron geweest voor deze uiteenzetting. Verder is ook het wijnbouwboek van Müller (2019) geraadpleegd, de ‘Wine Atlas of Germany’ van Braatz et al. (2014) en diverse wetenschappelijke artikelen. Ook zijn interview resultaten verwerkt.

3. Karakteristieken van Duitse riesling

In deze stap komen stappen een en twee samen om een beeld te vormen van riesling in Duitsland. Zo wordt beschreven waar riesling voorkomt in Duitsland alsook de kenmerkende aroma's en de stijl van Riesling in het Duitse klimaat. Ook wordt hier door diverse wetenschappelijke artikelen en boeken de typiciteit van Duitse Riesling bepaald en vormt daarmee het antwoord op de eerste deelvraag.

4. Klimaatverandering en de invloed op de wijnbouw

De rapporten van het Intergovernmental Panel on Climate Change zijn leidend in de prognoses voor de mate van klimaatverandering. Informatie van de Deutscher Wetterdienst zorgt voor een gedetailleerd beeld van de klimaatverandering in Duitsland. Bij deze stap wordt allereerst stilgestaan bij de veranderingen die achter de rug zijn om vervolgens een blik op de toekomst te werpen. In deze stap wordt gekeken wat voor effect klimaatverandering heeft op wijnbouw in het algemeen en voor Duitsland in het bijzonder. De Nederlandse oenoloog Kees van Leeuwen heeft veel gepubliceerd over het effect van klimaatverandering op wijnbouw en is daarmee een belangrijke bron van informatie geweest voor deze stap die een opzet is naar de beantwoording van de tweede deelvraag.

5. Het verwachte effect van klimaatverandering op Duitse riesling

Deze stap behelst een analyse van de effecten van klimaatverandering op Duitse riesling. Klimaatverandering is in dit onderzoek onderverdeeld in temperatuur, zonnestraling en de beschikbaarheid van water. Hiervoor is literatuur geraadpleegd, vooral in de vorm van wetenschappelijke publicaties, en de kennis van vier toonaangevende rieslingproducenten uit vier verschillende Duitse wijngebieden.

6. Oogstmoment calculaties aan de hand van het Grapevine Sugar Ripeness model

Op aanraden van oenoloog Kees van Leeuwen is er ook een belangrijke plaats in dit onderzoek voor eigen calculaties aan de hand van het Grapevine Sugar Ripeness model. Hierbij moet opgemerkt worden dat het niet gaat om de absolute nauwkeurigheid van de berekeningen gezien de temperatuurmetingen niet in de desbetreffende wijngaarden hebben plaatsgevonden maar in de buurt van deze wijngaarden. Verder worden zaken als neerslag, bodems, hellingspercentages en zonnestraling niet meegenomen in de berekening. Toch geven de berekeningen een concrete voorspelling van de toekomstige oogstmomenten van riesling in Duitsland. Hiermee vormt het

samen met stap 4 en 5 antwoord op de tweede deelvraag: ‘Wat is de invloed van klimaatverandering op Duitse riesling?’

7. Uiteenzetting aanpassingsmogelijkheden wijnboeren

Stap zeven is erop gericht om de derde deelvraag te beantwoorden: ‘Hoe kunnen Duitse rieslingproducenten de klimaatverandering het hoofd bieden?’ Diverse wetenschappelijke artikelen worden gecombineerd met ervaring van rieslingproducenten, verkregen door interviews. Interviews met Ulrich Fischer, Hans Reiner Schultz en de eerdergenoemde Kees van Leeuwen - drie van de belangrijkste professoren in de wijnbouw- spelen een belangrijke rol om de literatuur en inzichten van wijnboeren te complementeren.

8. Beantwoording van de vraag ‘Wat is het verwachte effect van klimaatverandering op Duitse kwaliteitsriesling de komende twintig jaar en hoe kunnen wijnboeren zich aanpassen?’

In de laatste stap worden de antwoorden van de drie deelvragen samengebracht om zo tot beantwoording van de hoofdvraag te komen. Dit is verwerkt tot de conclusie van dit onderzoek. In het stuk ‘aanbeveling verder onderzoek & limitaties’ worden de beperkingen van dit onderzoek besproken en benoemd waar vervolgonderzoek naar gedaan zou moeten worden.

3.4 Reikwijdte van het onderzoek

In dit onderzoek is de literatuur over klimaatverandering, het effect op wijnbouw en de adaptatiemogelijkheden voor wijnboeren aangevuld met de resultaten van semigestructureerde interviews met toonaangevende rieslingproducenten en dito wetenschappers. Naast het literatuuronderzoek en de interviews is er aan de hand van een klimaatmodel ook berekend wat een verdere temperatuurstijging betekent voor het oogstmoment van twee verschillende wijnbouwregio’s in Duitsland. Onder andere de watervasthoudcapaciteit van de bodems en de hoeveelheid neerslag worden hierin niet meegenomen wat zorgt voor een wat beperktere betrouwbaarheid. Verder veranderen klimaatprognoses voortdurend wat zorgt voor een mate van onzekerheid over de resultaten. Desalniettemin geeft dit onderzoek een goed beeld van de huidige situatie, de verwachte toekomstige situatie en de aanpassingsmogelijkheden van wijnboeren.

4. De druif riesling

In dit onderdeel wordt kort stilgestaan bij de geschiedenis van riesling om vervolgens de favoriete klimatologische omstandigheden van riesling te bespreken. Tot slot worden de karakteristieken van de druif riesling en de wijnstijl die zij voortbrengt aan de orde gebracht.

4.1 Oorsprong

De eerste schriftelijke documentatie over riesling, uit 1435, is afkomstig uit het Duitse Rijngebied. Men neemt dan ook aan dat daar de rieslingdruif in de Middeleeuwen is ontstaan. Het gaat in het document over een druif aangeplant bij een kasteel aan de Rijn, vlakbij Hochheim. Al week de spelling 'riesslingen' nog wat af van de huidige spelling, toch kunnen we ervan uitgaan dat het over riesling gaat (Sweet, 2009). Verder schrijft Sweet over de etymologie van riesling dat in 1552 over 'rieslinge' werd gesproken in een boek over plantkunde van botanist Hieronymus Bock. Over de herkomst van de naam bestaat nog onduidelijkheid, verschillende theorieën doen de ronde. De naam zou afgeleid kunnen zijn van 'russling', wat donker hout betekent. Of van 'rissig' wat scheur of barst zou kunnen betekenen, hetgeen veel in de wijnstok van de rieslingdruif zit (Braatz et al., 2014).

In 1988 bleek uit Australisch DNA-onderzoek dat heunisch weiss, ook wel gouais blanc genoemd, een allel -een onderdeel van het genenpakket- deelt met riesling. Heunisch weiss staat bijna nergens meer aangeplant vanwege de matige kwaliteit, maar als ouder heeft het wel een paar van 's werelds beste druiven voortgebracht (Bowers, 1999) zoals riesling, chardonnay en semillion (Regner et al., 2000). De Australische onderzoekers konden met DNA-onderzoek niet aantonen wat de andere ouder van de riesling is maar in de 'Vitis International Variety Catalogue' van Geilweilerhof wordt betoogd, weliswaar zonder DNA-onderzoek, dat vitis sylvestris of vitis sylvestris x traminer naast heunisch weiss de andere ouder is van riesling (Sweet, 2009).

4.2 Klimaat en voorkomen

Riesling groeit in verschillende klimaten. In Duitsland staat riesling aangeplant in alle wijnbouwgebieden (Braatz et al., 2014) waar zij goed is voor ruim 22.000 hectare (Robinson et al., 2012). Verder staat riesling veel aangeplant in de Elzas, Oostenrijk en in Australië. In kwantitatieve zin zijn naast Duitsland met name Australië met 4.500 hectare, Oekraïne met 2.700 hectare en Oostenrijk met 1.900 hectare van belang. In algemene zin worden druiven die groeien in te koele klimaten niet goed rijp en geven de uiteindelijke wijn een smaak die groenig en zuur is. In warme klimaten waar de temperatuur tussen véraison en oogst hoog ligt krijgen druiven veel suikers, lage

zuren en aroma's gedomineerd door gekookt fruit (Van Leeuwen et al., 2019a). Australië geldt als een belangrijk rieslingland waar het over het algemeen warmer en droger is dan in Duitsland (Robinson et al., 2012). Voor riesling geldt naast de algemene zaken dat ze in een warmer klimaat -zoals bijvoorbeeld Barossa Valley in Australië- een sterker petroleum aroma kan ontwikkelen, zeker wanneer de wijn oudert (Schüttler et al., 2015). Een veelgebruikte manier om te bepalen of een druif bij een gebied past is door de Huglin-index te raadplegen (zie hoofdstuk 9.1). Riesling heeft een Huglin-index van 1700-1900 (Neumann & Matzarakis, 2011). Dit is relatief laag. Dus hoewel het te boek staat als een laat-rijpend druivenras (Yang et al., 2022) heeft riesling in vergelijking met veel andere druivenrassen niet veel warmte nodig om rijp te worden (Neumann & Matzarakis, 2011). De term 'laat-rijpend' moet als relatieve norm beschouwd worden, oftewel, in relatie met andere druiven die aangeplant zijn in hetzelfde gebied zoals het relatief vroeg-rijpende druivenras müller-thurgau (Yang et al., 2022). De Huglin-index van riesling komt min of meer overeen met die van pinot noir en chardonnay (Huglin, 1986) en wordt daarom vaak verbouwd in dezelfde regio's.

4.3 Karakteristieken

Riesling is een druivenras dat zelfs bij zeventig hectoliter per hectare zeer goede wijn kan voortbrengen (Brabant & Roovers, 2021). Toch kan opbrengstverlaging de kwaliteit verbeteren. Riesling lijkt geen duidelijke voorkeur te hebben voor het type ondergrond (Müller et al., 2019) want er wordt op meerdere typen ondergrond grote wijn van riesling gemaakt (Schönleber, 2023; Braatz et al., 2014). Riesling weerspiegelt het terroir, de plek waar de druiven aan de stok gehangen hebben, als geen ander (Robinson et al., 2012; Müller et al., 2019; Wijnacademie, 2014).

In de wijngaard is riesling een druivenras met een relatief late uitloop van de knoppen. Hierdoor is er relatief weinig kans op schade door voorjaarsvorst. De rieslingstok groeit rechtop, heeft behoorlijk wat groeikracht en er is bijna altijd opbrengst (Humbrecht, 2022). De rieslingdruif hangt zo'n 100-120 dagen aan de wijnstok (Daniels, 2007). Volgens de deelstaatoverheidsinstantie Dienstleistungszentren Ländlicher Raum (DLR) Rheinland-Pfalz hebben de bladeren vijf afgestompte vingers die niet erg diep zijn ingesneden. De trossen van de rieslingdruif zijn klein tot middelgroot en zeer compact. De druiven zijn meestal rond met een groene tot donkergele kleur en zwart gespikkeld. Verder is de rieslingwijnstok winterhard en redelijk droogtetolerant (DLR Rheinland-Pfalz, z.j.). Deze winterhardheid heeft de riesling te danken aan de hardheid van het hout (Robinson et al., 2012). Over het algemeen is de rieslingdruif vrij robuust en kan goed tegen ziektes zoals 'valse meeldauw' (Robinson et al., 2012). Daarentegen heeft riesling volgens het DLR

veel last van de schimmelziekte ‘roodvuur’. Voor ‘echte meeldauw’ en ‘botrytis’ is de riesling licht gevoelig (Robinson et al., 2012). Een ander, steeds groter wordend, probleem is esca; een schimmelziekte van het hout die ontstaat op de snoeiplekken (Humbrecht, 2022).

4.4 Wijnstijl

Riesling is een veelzijdig druivenras. Wijn wordt er in alle stijlen van gemaakt: van mousserende wijn tot stille wijn en van droog tot zoet. Meestal zijn de wijnen vrij licht in alcohol en bezitten een natuurlijke verfrissende zuurgraad. Wel bestaan er, zelfs binnen een enkele regio in Duitsland, grote verschillen in typiciteit van Rieslings (Weis, 2023a). Zo kunnen het zuurgehalte en de zuurgraad per riesling variëren door de verschillende klimaten en door het type ondergrond waar deze op aangeplant staat (Fischer, 2023). De beste Rieslings hebben het vermogen om decennialang te rijpen op de fles (Brabant & Roovers, 2021). Doordat er zo veel fruitsmaken in Riesling aanwezig is wordt er zelden malolactische fermentatie of houtlagering toegepast. De druif heeft genoeg aan zijn eigen aroma’s (Wine & Spirit Education Trust level 3, 2011). Die aroma’s, kenmerkend voor Riesling, zijn volgens Schultz (2022):

- Terpenen (citronellol, a-Terpineol)	Citrus
- Terpenen (Linalool, Geraniol, Nerol)	Bloemen
- Norisprenoide (β -Damascenon)	Tropisch, perzik, abrikoos
- TDN (C13 Norisprenoide)	Petroleum
- Thiolen (3MHA)	Maracuja
- Thiolen (3MH)	Grapefruit, Passievrucht
- Thiolen (2-Phenylethanol)	Sinaasappel, bloemig

Het TDN-aroma dat kan ruiken naar petroleum heeft een uitgebreidere uitleg omdat het zeer kenmerkend is voor Riesling en, zo zal later in dit onderzoek blijken, door de klimaatverandering wordt beïnvloed. Sterker nog: het TDN-gehalte in Riesling is een van de grote uitdagingen waar rieslingproducenten in de komende jaren voor komen te staan (Schüttler et al., 2015). De volledige naam luidt 1,1,6- trimethyl-1,2-dihydronaphthalene (Brabant & Roovers, 2021). Al is het kenmerkend voor Riesling, lang niet elke wijnboer wil dit in zijn of haar Riesling tegenkomen. Het wordt gezien als een van de meest controversiële aroma’s in wijn (Ziegler et al., 2020). TDN is een degradatieproduct van de druifeigen carotenoïden. Naarmate de druiven meer direct zonlicht krijgen nemen de carotenoïden toe. Het helpt het licht absorberende chlorofyl om zich te beschermen tegen UV-schade (Keller et al., 2022). Ontbladering zorgt daarom voor een hoger TDN-gehalte (Ziegler et al., 2020). Het TDN-gehalte bij Rieslingwijnen uit Europa zit tussen de

0,4 µg/L en de 22 µg/L, voor Australische Riesling kan dit door verhoogde zonnestraling en temperatuur een tienvoud hiervan zijn (Ziegler et al., 2020).

4.5 Rieslingklonen

De diverse rieslingklonen onderscheiden zich door verschillen in de dichtheid van de druiventros en de diameter van de druiven. Klonen kunnen bijvoorbeeld kleine druiven en losse trossen hebben en lage opbrengsten per hectare geven. Dat zorgt voor een lagere kans op botrytis omdat de druiven niet op elkaar gedrukt zijn. Echter, doordat de druiven meer zon krijgen is er een iets hoger gehalte aan TDN-vorming. Andere klonen zijn soms compacter en geven hogere opbrengsten. De kloon N90, ooit gecreëerd in Neustadt om hoge opbrengsten te verkrijgen, bevat relatief weinig TDN. De klonen hebben effect op het TDN-gehalte in wijn maar de klimatologische verschillen zijn belangrijker (Ziegler et al., 2020).

4.6 Persoonlijke beschouwing

Een punt van discussie is of de aanwezigheid van het kenmerkende petroleumaroma, veroorzaakt door het TDN-gehalte, in Riesling thuishoort. Terwijl sommigen dit aroma omarmen als een intrigerend en uniek kenmerk van Riesling zorgt naar mijn mening de aanwezigheid van het petroleum-aroma voor verdringing van de fruitaroma's (thiolen en terpenen). Voor mij kenmerkend aan een Rieslingwijn is elegantie, doordrinkbaarheid, frisse zuren en een door fruit gedomineerd aromaprofiel. Zodra de wijn duidelijke tonen van petroleum vertoont gaat dat ten koste van het smaakprofiel wat in mijn ogen bij (Duitse) Riesling past. Wanneer Riesling verder rijpt op de fles wordt het petroleumaroma bovendien sterker. Wijnboeren moeten, mijns inziens, bij de keuze voor de rieslingkloon in de wijngaard rekening houden met de sensitiviteit voor het aanmaken van het TDN-aroma, want voor mij hoort het petroleumaroma niet bij de typiciteit van Duitse Riesling.

Samenvattend over riesling:

- is een druivenras dat al honderden jaren staat aangeplant in Duitsland;
- heeft een Huglin-index van 1700-1900;
- staat veel aangeplant in heel Duitsland, Oostenrijk, Australië en de Elzas;
- is in Duitsland een relatief laat-rijpend ras;
- is winterhard;
- ontwikkelt onder warme omstandigheden een petroleum aroma;
- kan kwaliteitswijn voortbrengen met relatief hoge opbrengsten;
- het controversiële aroma TDN hoort (volgens sommigen) bij Riesling;
- wordt in alle stijlen gemaakt;
- er zijn verschillende klonen van riesling die variëren in onder andere compactheid van de tros, opbrengst en potentieel TDN-gehalte.

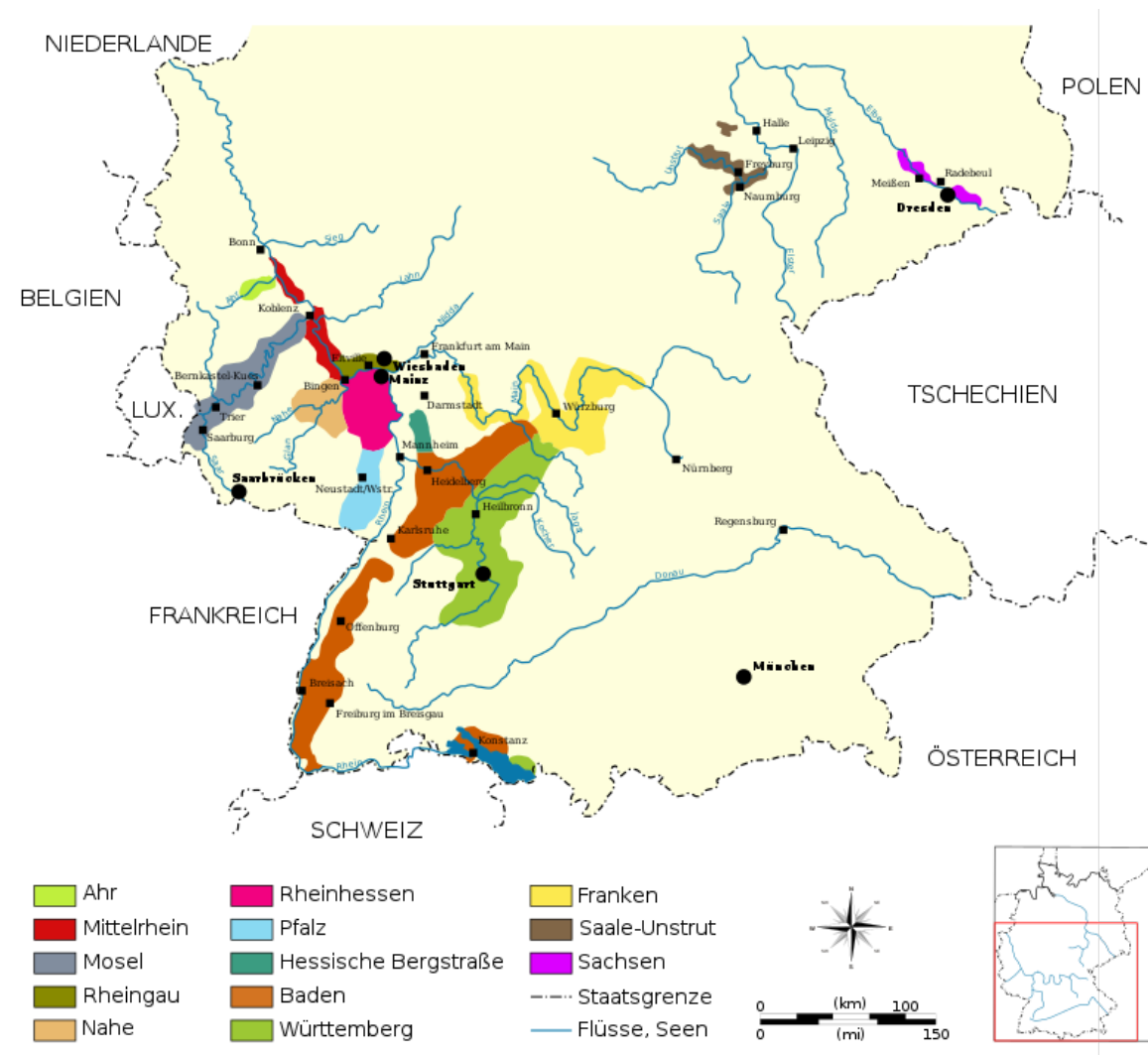
5. Duitsland en zijn wijngebieden

In dit onderdeel wordt Duitsland als wijnland beschreven. De grootte van het wijngaardareaal, de ligging van de gebieden, de klimatologische omstandigheden, de diversiteit aan bodems en gesteentes in Duitsland en de ingewikkelde Duitse wetgeving komen aan bod.

5.1 Geografie

Duitsland telt 103.700 hectare aan wijngaarden (Destatis, z.j.) verdeeld over dertien verschillende wijnbouwgebieden, te zien in figuur 1. Duitsland ligt in West-Europa grofweg tussen de 47^{ste} en de 55^{ste} breedtegraad. Op het noordelijke halfrond staan, al is dit aan verandering onderhevig, tussen de 4^e en 51^{ste} wijngaarden aangeplant (Schultz & Stoll, 2010). De Ahr ligt op de 50^{ste} breedtegraad en is daarmee een van de noordelijkste gebieden van Duitsland en tegelijkertijd zo goed als het noordelijkste punt van de wijnbouwzones.

Figuur 1: Wijngebieden Duitsland. Bron: wikipedia.nl



5.2 Klimaat

In algemene zin liggen de klimatologische grenswaarden van wijnbouw op een jaargemiddelde temperatuur van negen graden Celsius en dertien graden Celsius in het groeiseizoen waarbij in de warmste maand het kwik boven de achttien moet uitkomen. Het minimumaantal zonuren in het groeiseizoen bedraagt 1300. Tot slot mag de laagste wintertemperatuur niet lager zijn dan minus achttien graden Celsius, omdat de wijnstokken beneden die temperatuur schade oplopen of in het ergste geval kunnen afsterven (Müller et al., 2019). Vanwege alle eisen die de wijnstok stelt aan het klimaat, ligt Duitsland op het noordelijkste punt van waar wijnbouw mogelijk is. Dit zorgt ervoor dat wijnbouw in Duitsland alleen plaatsvindt op plekken waar de klimatologische omstandigheden gunstig zijn. Dit is met name rond de rivieren de Ahr, Rijn, Mosel, Neckar, Main en de Nahe. Hier profiteert wijnbouw van beschutte dalen en wijngaarden op zuidhellingen. In de noordelijk gelegen delen is wijnbouw mogelijk tot 350 meter boven zeeniveau, in Zuid-Duitsland is dat tot vijfhonderd meter (Müller et al., 2019). De regenval in de Duitse wijngedieden varieert flink tussen de verschillende wijngedieden. Zo valt er in de Nahe 517 mm neerslag en in Ortenau, onderdeel van Baden, 975 mm. De neerslag van de gebieden binnen Duitsland is te zien in figuur 2. Tot slot is belangrijk om op te merken dat grote delen van Zuidwest-Duitsland invloed ondervinden van zee. De grote watermassa in het westen tempert de temperatuur wat zorgt voor relatief milde zomers en zachte winters. Vooral de gebieden die het dichtste bij de zee liggen, zoals de Ahr en de Mosel, ondervinden dit (Müller et al., 2019).

Figuur 2: Gemiddelden neerslag en aantal zonuren (Braatz et al., 2014)

Anbaugebiet	Neerslag in mm	Zon in uren	Gemiddelde temperatuur in graden Celsius
Ahr	662	1370	9,8
Mosel	706	1358	10,1
Mittelrhein	604	1530	10,0
Rheingau	582	1603	10,6
Nahe	517	1512	9,5
Rheinhessen	597	1594	9,9
Pfalz	668	1800	10,4
Hessische Bergstrasse	834	1686	10,2
Ortenau (Baden)	975	-	10
Kaiserstuhl (Baden)	687	1739	10,1
Württemberg	724	1638	9,6
Franken	602	1565	9,1
Saale-Unstrut	543	1600	9,1
Sachsen	584	1570	8,9

5.3 Voorkomen van verschillende bodems & gesteentes in Duitsland

De bodem dient als bron van water en voedingsstoffen, verankering van de plant en als leef-plaats voor bodemorganismen zoals slakken, insecten, bacteriën en schimmels. De bodem is een mix van

humus en verveerd gesteente (Müller et al., 2019). De beste Rieslings uit Duitsland worden gemaakt in verschillende klimaten, op verschillende bodems en door verschillende wijnmakers. Er is daarom niet een uitgesproken beste terroir. Gesteentes kunnen worden onderverdeeld in stollingsgesteenten, sedimentgesteenten en metamorfe gesteenten (Grotzinger & Jordan, 2014). Deze komen alle drie in Duitsland voor (Müller et al., 2019).

Vulkanisch gesteente ofwel stollingsgesteente komt voor in westelijk Rheinhessen, de Nahe en de Hessische Bergstrasse in de vorm van porfirisch gesteente en in de Hessische Bergstrasse, Ortenau en de Kaiserstuhl in Baden graniet (Braatz et al., 2014).

Sedimentgesteenten zijn gesteenten die ontstaan zijn uit sediment: ophopingen van klein materiaal zoals zand en keien wat duizenden jaren laag voor laag op elkaar gesedimenteerd wordt en vervolgens in elkaar gedrukt wordt door de krachten van de aarde (Grotzinger & Jordan, 2014). Voorbeelden in Duitsland zijn: kleisteen in de Mittelmosel, Mittelrhein en Hunsrück (Müller et al., 2019). Zandsteen in de Ahr, Mittelrhein, Sachsen, Saale-Unstrut, Nahe, Mainviereck in Franken (Braatz et al., 2014) en in de Pfalz (Müller et al., 2019). Kalksteen vindt men aan de oostkant van de Rheingau, de Haardtregio in de Pfalz, Breisgau in Baden, Württemberg, Mairdreieck in Franken, Saale-Unstrut (Braatz et al., 2014), de Obermosel en Zwabische Jura in Zuidwest-Duitsland (Müller et al., 2019).

Metamorfe gesteenten zijn gevormd uit stollingsgesteenten of sedimentgesteenten die onder hoge druk en/of temperatuur hebben gestaan. In Duitsland staan wijnstokken op metamorf leisteen in de Ahr, Mittelmosel, Mittelrhein, Rheingau, Nahe, Sachsen en oostelijk Rheinhessen (ijzeroxidehoudend leisteen). Kwartsiet vindt men in de Terrassenmosel, Rheingau, noordelijk Rheinhessen en de Nahe. Gneis komt minder vaak voor en treft men vooral aan in Breisgau in Baden (Braatz et al., 2014).

5.4 Het effect van de bodem

De directe invloed van de samenstelling van de bodem op de smaak van de wijn is niet aan te tonen (Maltman, 2013) maar wel is het zo dat allerlei onderdelen zoals drainage, hellingshoek en minerale huishouding van de bodem invloed hebben op de smaak van de wijn en mogelijk op de veerkracht van Duitse wijngaarden bij klimaatverandering.

De bodem heeft effect op het leefklimaat van druivenstokken. Zo beïnvloedt de textuur van de bodem de mate waarop een bodem water vast kan houden. Een bodem die water vasthoudt geeft verkoeling. Een stenige bodem die goed draineert zal sneller opwarmen (Fischer, 2023). De drainage van de bodem bepaalt grotendeels hoeveel regenval er nodig is. Hoe groter het waterbergend vermogen van de wijngaard is, des te minder regenval de druivenstok nodig heeft (Müller et al., 2019). Dat betekent dat het in een nat klimaat gunstig is als een bodem goed draineert en in een warm en droog klimaat is het een voordeel als een bodem goed water vasthoudt (Van Leeuwen, 2023).

Verder is de kleur van de bodem van belang. Een bodem met het lichtgekleurde kalksteen erin weerkaatst meer licht en heeft daarmee een hoger albedo-effect dan een bodem met donker basalt gesteente. Bij een hoger albedo-effect blijft de bodem koeler maar worden de druiven warmer door meer indirect zonlicht waardoor ze sneller rijpen. Een koude grond zorgt voor minder toevoer van voedingsstoffen, een late uitloop van de plant en langzaam groeiende planten (Fischer, 2020). Riesling krijgt op een lichte bodem meer indirect zonlicht. Meer zonlicht resulteert in een hogere kerntemperatuur waardoor de zuren afnemen (Schultz, 2023). Ook is er een potentieel hoger gehalte aan 4-Vinyl Guaiacol -een rokerige en medicinale geur- en TDN (Fischer, 2007). Een donkergekleurde bodem met basalt-gesteente erin zal snel opwarmen maar zal de druiven relatief koel houden. Een warme grond zal eraan bijdragen dat druiven eerder uitlopen en een hogere groeikracht krijgen wat resulteert in meer bladeren en daardoor meer schaduw voor de druiven. Het albedo-effect op de zuren van wijn blijkt uit onderzoek van de universiteit van Geisenheim: druiven in wijngaarden met een toplaag van kalk hadden een hogere kerntemperatuur dan wanneer deze boven rode of donkere bodem groeiden. Het gevolg was dat riesling met een ondergrond van kalk een lager zuurgehalte had (Schultz, 2023). Opgemerkt moet worden dat dit mogelijke albedo-effect deels tenietgedaan kan worden door begroeiing tussen de wijnstokken omdat de bodem dan niet meer wordt blootgesteld aan zon (Fischer, 2023).

Tot slot heeft de wijnstok, zoals elke plant, voedingsstoffen nodig. De belangrijkste voedingsstof voor wijnbouw is stikstof, welke bij een tekort of een overschot effect kan hebben op de smaak van wijn. Zo zorgt een gebrek aan stikstof onder andere voor meer TDN en een ongewenste snelle verouderingstoon. Bodems die sterk ijzerhoudend zijn hebben vaak een lagere pH-waarde en bodems met een lagere pH-waarde hebben een lagere hoeveelheid beschikbare stikstof voor de planten (Verdenal et al., 2021). Bodems met een lage pH-waarde, ofwel zure bodems, geven wijn van Riesling extra petrol-aroma (Schultz, 2023). Stikstof is ook van invloed op het gehalte thionen:

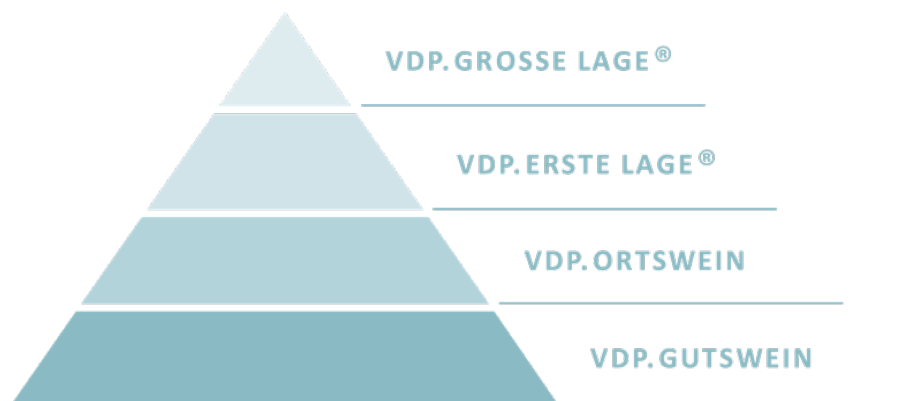
een te groot tekort aan stikstof gaat ten koste van de thiolen (Van Leeuwen, 2023). Ook zorgt een tekort aan stikstof dat je als wijnboer problemen kan krijgen met de fermentatie doordat stikstof een belangrijk element is in eiwitten en die op hun beurt weer belangrijk zijn voor de gisten (Weis, 2023a). Tot slot kunnen voedingsstoffen in de bodem als calcium en kalium ook invloed hebben op de hoeveelheid zuren in de wijn doordat deze mineralen verbindingen aangaan met wijnsteen zuur en zo het aantal grammen zuur omlaag halen en verder ook een bufferende werking hebben: De kalium-, magnesium- en calciumionen worden uitgewisseld met waterstofionen waardoor de perceptie van zuren lager komt te liggen (Fischer, 2023).

5.5 Wijnwetgeving Duitsland

De wijnwetgeving van Duitsland is niet bepaald de eenvoudigste. Sinds 1971 wordt de wijn in Duitsland onderverdeeld en geclassificeerd op basis van herkomst en het suikergehalte op het moment van oogsten. Duitse kwaliteitswijnen krijgen, mits ze niet gechaptaliseerd worden, een 'Prädikat'. Dit wordt bepaald op het moment van oogsten en gemeten in graden Oechsle. De Oechsle schaal meet de dichtheid van de druivenmost vergeleken met een gelijke hoeveelheid water. Een liter water weegt duizend gram. Als een liter druivenmost 1.100 gram weegt dan spreken we over honderd graden Oechsle. De Duitse wijn-wet neemt aan dat een hoger graden Oechsle garant staat voor een hoger niveau wijn (Braatz et al., 2014). De precieze grenswaarden aan graden Oechsle die bij een predicaat horen zijn per wijnbouwgebied vastgesteld. Van normale rijpheid tot overrijpheid zijn de 'Prädikaten': Kabinett, Spätlese, Auslese, Beerenauslese en Trockenbeerenauslese. Het aantal graden Oechsle loopt op van 67 graden bij Kabinett tot 154 graden bij Trockenbeerenauslese. Vanaf 1982 heeft Eiswein een apart 'Prädikat'. De wijn moet bij een maximale temperatuur van minus 7 graden Celsius geoogst worden (Santos et al., 2020) en een Oechsle gehalte hebben van minimaal 110 graden. Riesling kan met alle predicaten zeer goede wijn voortbrengen (Brabant & Roovers, 2021). Dat het predicaat toegekend wordt op basis van het suikergehalte in de druif op het moment van oogsten maakt het voor de consument ingewikkeld omdat het mostgewicht, ofwel het suikergehalte in de druif, nog weinig zegt over de uiteindelijke wijnstijl. Een Spätlese kan immers 'trocken' gevinifieerd zijn en nauwelijks restsuiker hebben. Veel mensen zijn deze predicaten echter gaan associëren met zoete wijn. Als een consument die op zoek is naar droge wijn in het winkelschap een fles wijn ziet staan met 'Spätlese' op het etiket kan hij vermoeden dat er suiker in de wijn zit waardoor de wijn niet gekocht wordt. Het woord 'trocken' wat achter Spätlese staat wordt wellicht niet altijd gelezen.

De classificatie van het 'Verband Deutscher Prädikats- und Qualitätsweingüter' (VDP) is wat dit betreft duidelijker. In 1982 start het VDP met classificeren op basis van herkomst zoals te zien in figuur 3. Dit systeem is geënt op het systeem uit de Bourgogne. Je kunt het zien als een piramide waarbij het gros van de wijn, de onderkant van de piramide, 'Gutswein' is. Dit is het basisniveau wijn van een wijnhuis. Daarna komt 'Ortswein' wat het equivalent is van een Franse 'village'-wijn. De top van de piramide bestaat uit Premier Cru wat in Duitsland 'Erste Lage' heet. 'Grosse Lage' staat voor Grand Cru wijn, de absolute top. Per 'Anbaugebiet' is bepaald welke druiven geschikt zijn voor het maken van Grosse Lage wijn. Droge wijn uit een Grosse Lage wordt Grosses Gewächs (GG) genoemd. Riesling mag in elk van de dertien gebieden gebruikt worden om Grosse Lage wijn van te maken, al geldt dat in de Ahr alleen voor de edelzoete Rieslings (Brabant & Roovers, 2021). De classificatie van het VDP moge duidelijker zijn maar het classificeren op graden Oechsle en het classificeren op herkomst lopen nu door elkaar heen wat voor (extra) verwarring kan zorgen.

Figuur 3: VDP-piramide. Bron: VDP



5.6 Persoonlijke beschouwing

Veel wijnboeren menen dat het type bodem dat ze in de wijngaarden aantreffen terug te proeven is in de wijn. Wijnen worden vernoemd naar het gesteente die de moeder is van de bodem waarop de druiven zijn verbouwd. Denk aan de 'Quarzit' van weingut Riffel, de 'Schiefergestein' van Schäfer-Fröhlich, de 'Vulkangestein' van weingut Burggarten en de 'Achat' van weingut Laible. Hoewel ik ervan overtuigd ben dat druivenras, klimaat, wijngaardwerk en vinificatie belangrijker zijn voor de smaak van de wijn dan de bodem en dat veel geologische mineralen waaraan de wijnboeren refereren niet rechtstreeks opneembaar zijn door de wijnstok en bovendien geur- en smaakloos zijn, geloof ik in een belangrijk effect op de smaak van wijn door de bodem. In restaurant Scheepskameel proeven we Rieslings vaak blind en met regelmaat is het mogelijk om te proeven

op welke bodem de druiven hebben gegroeid. Porphyer en graniet geven vaak iets meer rijp steenfruit, een rokerige mineraliteit en goede zuren. Terwijl kalksteen zorgt voor fruit als rode appel, gele appel en peer, ziltigheid en een iets afgerond zuur. Leisteen heeft eveneens vaak een ziltige toon, maar proeft strakker en is in het aroma iets bloemiger. Deze effecten zullen grotendeels indirect zijn zoals door het albedo-effect, de temperatuur van de bodem, de waterhuishouding en de microbiologie in de bodem. Ik vermoed dat hier in de toekomst nog veel nieuwe inzichten over naar boven zullen komen. In ieder geval laat het onverlet dat de verschillen in aroma's en stijlen die riesling in Duitsland voortbrengt mede dankzij de grote variatie aan gesteentes en bodems bestaan. Deze diversiteit is onderdeel is van de typiciteit van Duitse Riesling.

Samenvattend over Duitsland:

- 103.700 hectare aan wijngaarden verdeeld over dertien wijnbouwgebieden;
- behoort tot het noordelijkste punt waar wijnbouw mogelijk is;
- wijnggebieden liggen met deze reden op plekken die klimatologisch gunstig zijn;
- er zijn grote verschillen in neerslaghoeveelheden;
- er is een grote diversiteit aan bodems en gesteentes;
- ingewikkelde wetgeving die gebaseerd is op suikergehalte in de druiven;
- VDP hanteert een classificatiesysteem zoals in de Bourgogne.

6. Typiciteit van Duitse riesling

In dit hoofdstuk komen de twee voorgaande hoofdstukken samen en wordt ingezoomd op Duitse riesling. Het percentage waarin riesling staat aangeplant in Duitsland, de kenmerkende aroma's van riesling, de reactie van riesling op het Duitse klimaat en de verscheidenheid aan klonen en onderstokken komen aan bod.

6.1 Riesling in Duitsland

Riesling produceren kan op veel plekken van de wereld maar een van de beste plekken om riesling te verbouwen is Duitsland omdat de rieslingdruif hier lang aan de stok kan rijpen (Braatz et al., 2014). Riesling staat hier dan ook al honderden jaren aangeplant en heeft een goede reputatie opgebouwd (de reputatiegeschiedenis van Duitse Riesling is terug te vinden in appendix 1). Van de 100.000 hectare wijngaarden in Duitsland is tegenwoordig zo een 23% beplant met riesling, het hoogste percentage sinds de jaren '60 van de vorige eeuw (Müller et al., 2019). In de Ahr staat procentueel het minste riesling aangeplant. In de Rheingau, Saar, Ruwer en Mittelrhein is het percentage rieslingaanplant boven de 70%. Het percentage riesling per gebied staat weergegeven in figuur 4. Duitsland als geheel is goed voor 37,2% van de totale aanplant van riesling (Ziegler et al., 2020).

Figuur 4: riesling komt binnen Duitsland in alle wijnbouwregio's voor (Braatz et al., 2014).

ANBAUGEBIET	PERCENTAGE BEPLANT MET RIESLING	ANBAUGEBIET	PERCENTAGE BEPLANT MET RIESLING
Ahr	7%	Pfalz	22%
Mosel	55%	Hessische Bergstrasse	49%
Ruwer	90%	Baden	19%
Saar	78%	Württemberg	18%
Mittelrhein	70%	Franken	4%
Rheingau	78%	Sachsen	15%
Nahe	26%	Saale-Unstrut	7%
Rheinhessen	12%		

6.2 Typiciteit van riesling in het Duitse klimaat

Er bestaat grote diversiteit tussen rieslings van verschillende Duitse wijnbouwregio's. Dat heeft te maken met de verschillende klimaten alsook met de bodems (Fischer, 2023). In de laatste decennia was het typerende smaakprofiel voor Duitse Riesling fris met fruitaroma's (Schüttler et al., 2015). De zuren waren vroeger extreem hoog te noemen: tot 1980 was het zuurgehalte tussen de twaalf en veertien gram per liter. De laatste jaren ligt het zuurgehalte tussen de zevenenhalf en de acht gram (Schultz, 2023). Mede door het hoge zuurgehalte kan Riesling erg lang rijpen. Om die goede zuren te behouden zijn voor riesling, zeker na warme dagen, koude nachten erg belangrijk. Hoe warmer de nachten, des te meer zuren de rieslingdruif zal verliezen (Weis, 2023a). In koelere

klimaten zal riesling veel appel-tonen krijgen en in warmere klimaten meer citrus en perzik (Wine & Spirit Education Trust level 3, 2011). Ook worden bij hogere temperaturen meer terpenen aangemaakt en krijg je meer grapefruit en exotisch fruit in riesling (Fischer, 2023). Bij veroudering op fles worden aroma's van honing, rook en soms petroleum gevormd (Wine & Spirit Education Trust level 3, 2011).

6.3 Riesling klonen, onderstokken en plantdichtheid in Duitsland

Het aantal wijnstokken waarmee riesling per hectare wordt aangeplant in Duitsland verschilt van gebied tot gebied. Bij traditionele wijngaarden zoals in de Mosel is de dichtheid veel hoger dan in moderne wijngaarden (Schultz, 2023). Dit kan zo een vijfduizend wijnstokken per hectare zijn in wijngaarden die geschikt zijn om machinaal te oogsten tot wel tienduizend wijnstokken per hectare (Weis, 2023b).

Er worden verschillende rieslingklonen gebruikt in Duitsland. De bekendste zijn de Geisenheimklonen met de GM239 als meest gebruikte. Verder worden er ook veel klonen uit Neustadt gebruikt. Zowel de Geisenheim GM-klonen als de Neustadt N-klonen geven relatief hoge rendementen. Deze bekende klonen zijn en worden allemaal gemaakt door instituties van de overheid. Naast deze bekendste 'producenten' van klonen worden er ook rieslingklonen gebruikt van bedrijven uit de privésector die in het geval van de W1, W17 en de W21 -allen van de Nik Weis kwekerij- lagere rendementen geven en meer zuren (Weis, 2023b).

Wat tot een nog hogere kwaliteit riesling kan leiden is een mix van klonen in de wijngaard. Vroeger observeerde een wijnboer de wijnstok gedurende het groeiseizoen en markeerde de best presterende planten. In de winter werden van deze stokken takken afgeknipt en die werden in de aarde gestopt waar vervolgens een nieuwe wijnstok uit groeide: *sélection massale*. Sinds de komst van druifluis is dat in Duitsland niet meer toegestaan. Alleen geregistreerde klonen mogen nog worden aangeplant en enkel op een Amerikaanse onderstok omdat deze resistent is tegen druifluis. Elke kloon moet worden goedgekeurd. De kwekerij van Nik Weis heeft een manier bedacht om toch nog een vorm van *sélection massale* toe te passen. Er wordt hout afgeknipt van heel oude en goed presterende wijnstokken in de Mosel, deze worden geënt op een Amerikaanse onderstok en vervolgens worden deze gekeurd en geregistreerd bij de autoriteiten. Deze klonen gemixt verkopen mag niet in Duitsland maar klanten mogen wel meerdere goedgekeurde klonen in kleine hoeveelheden kopen en zelf mixen in de wijngaard. Zo krijg je, volgens het oude idee van *sélection massale*, de genetische complexiteit van een oude wijngaard (Weis, 2023b).

De onderstok bepaalt onder andere de stikstof- en wateropname omdat het wortelsysteem per type onderstok verschilt in de verticale en horizontale grootte. Daardoor wordt naast de zuurgraad in druiven, het suikergehalte en de hoogte van de opbrengsten per hectare ook de groeikracht en daarmee de potentiële schaduw die de druiven hebben medebepaald door de wijnstok (Ziegler et al., 2020). Ook is de ene variant onderstok beter geschikt voor een bepaald type bodem dan de ander. Riesling staat in Duitsland met name aangeplant op de onderstok riparia x berlandieri zoals de uit Oppenheim afkomstige SO4 (Schultz, 2005). Uit onderzoek van Ziegler et al. (2020) blijkt dat SO4 in vergelijking met andere onderstokken een wat lagere opbrengst geeft met relatief veel zuur en een lage hoeveelheid TDN. Verder staat riesling ook aangeplant op 5BB en 5C (Schultz, 2005) welke de mogelijkheid geven tot hoge rendementen (Weis, 2023b). 3309-C en Gravesac zijn een type onderstokken die juist zeer lage rendementen geven. Vooral de Gravesac is in Duitsland tegenwoordig erg populair bij gerenommeerde wijnhuizen (Weis, 2023b). Een type onderstok dat veel op de uit Oppenheim afkomstige SO4 lijkt is Börner, welke redelijk nieuw is. Deze onderscheidt zich door een zeer hoge druifluis resistentie (Weis, 2023b) en door de diepgaande verticale wortels wat resulteert in minder waterstress (Schönleber, 2023).

6.4 Persoonlijke beschouwing

Waar elke wijnprofessional al jaren vraagt naar wat voor type pinot noir-kloon er gebruikt wordt, is dat bij riesling (nog) niet het geval. Terwijl de kloon die gebruikt wordt van groot belang is. Zo proefde ik bij weingut Schwedhelm een Chardonnay die meer weg had van een Viognier. Dat kwam omdat hij chardonnay-klonen gebruikte die zijn vader ooit had geplant. Deze gaven hoge rendementen, hadden een lage schimmeldruk en gaven een zeer fruitig karakter aan de wijn. Ter vergelijking liet Georg ook een Chardonnay proeven van 'Bourgogne-klonen' wat werkelijk een wereld van verschil maakte. Mijn verwachting is dat dat wijnboeren steeds kritischer gaan kijken naar het druivenmateriaal dat gebruikt wordt in de wijngaarden om zo de stijgende lijn die Duitse Riesling te pakken heeft verder door te zetten. Sommige boeren -ik houd ze anoniem aangezien het officieel verboden is- vervangen dode wijnstokken met sélection massale van de best presterende wijnstokken uit eigen wijngaard omdat zij van mening zijn dat ze zo het niveau van hun Rieslingwijn verder omhoog kunnen tillen.

Samenvattend over de typiciteit van Duitse riesling:

- riesling staat aangeplant in elk Duits wijngebied;
- riesling kenmerkt zich door zuren;
- een grote diversiteit aan klonen en onderstokken;
- voor meer complexiteit kan sélection massale toegepast worden.

7. Klimaatverandering en de effecten op Duitse wijnbouw

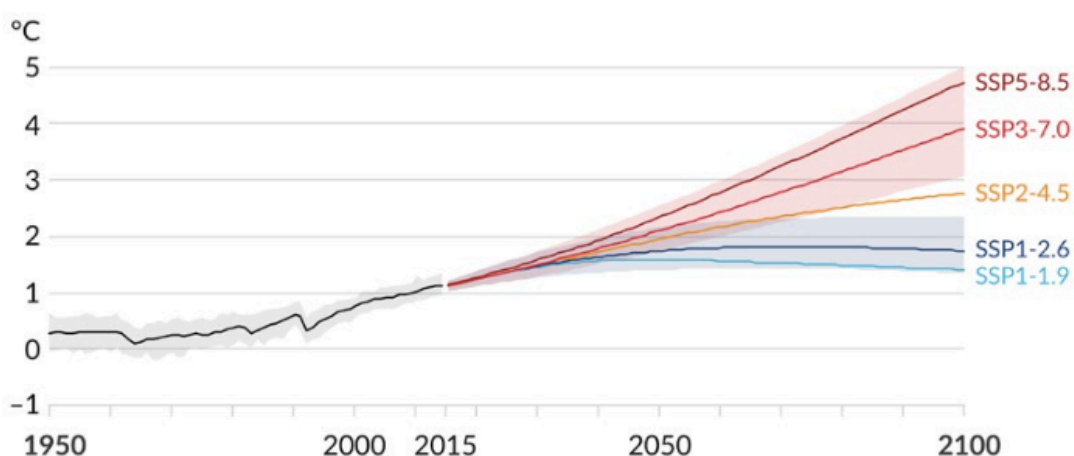
Dit hoofdstuk staat in het teken van klimaatverandering. Van algemene wereldwijde klimaatverandering wordt overgegaan op de effecten daarvan op de wijnbouw. Daarna wordt het effect van de verschillende facetten van klimaatverandering op Duitse wijnbouw uitgelegd. Deze facetten temperatuursverandering, waterbalansverandering en zonnestringsverandering hebben ook effect op elkaar: zonnestraling die toeneemt zorgt voor hogere temperaturen in de wijngaard en hogere temperaturen zorgen voor meer verdamping van vocht uit de wijngaard.

7.1 Beschrijving mondiale klimaatverandering

Het klimaat verandert voortdurend maar is door toedoen van uitstoot van broeikasgassen door de mens in een stroomversnelling geraakt (DWD, 2021). Het Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) rapport uit 2021 beschrijft onder meer dat de temperatuur in de periode van 2003-2012 met 0,19 graden Celsius is gestegen. Verder verandert het neerslagpatroon: heftige regenval komt vaker voor, winters worden natter en zomers droger (IPCC, 2021).

Het IPCC heeft met verschillende scenario's berekend hoeveel de temperatuur op aarde gaat stijgen. Deze stijging wordt namelijk beïnvloed door het mondiale politieke beleid ten aanzien van de uitstoot van broeikasgassen. Zoals te zien in figuur 5 warmt de aarde van 2015 tot 2050 maximaal met anderhalve graad Celsius verder op, voor 2040 is dat één graad Celsius. Dit is het SSP5-8.5 scenario, waarbij er niet of nauwelijks klimaatbeleid komt en de uitstoot van broeikasgassen blijft toenemen in plaats van stagnatie of afname.

Figuur 5: klimaat scenario's. Globale grondtemperaturen t.o.v. 1850-1900. Bron: IPCC (2021)



Hoe dan ook gaat de klimaatverandering voor de wijnindustrie de grootste uitdaging van de toekomst zijn omdat deze verandering de wijn-business op alle vlakken raakt: zowel direct met temperatuurstijging, veranderende neerslagpatronen en een stijgend koolstofdioxide gehalte in de

lucht als indirect door de opinie van de bevolking. Denk hierbij aan ideeën over energie(besparing), duurzaamheid en consumentacceptatie van wijn en wijnbouw (Schultz & Stoll, 2010). De indirecte effecten worden in dit onderzoek verder buiten beschouwing gelaten.

7.2 Algemene effecten van klimaatverandering op wijnbouw

De huidige trend van klimaatverandering heeft reeds gezorgd voor een verandering in de complexe klimaat-bodem-druivenras interacties (Yang et al., 2022). De hele fenologie van de wijnstok loopt voor op vroeger (Van Leeuwen & Darriet, 2016). Per graad temperatuurstijging vindt de bloei van de wijnstok vier tot zes dagen eerder plaats. De oogstmomenten zijn wereldwijd op dit moment al een tot twee weken eerder dan een aantal decennia geleden (Wolkovich et al., 2017). Temperatuur is immers de belangrijkste aanjager van de fenologische processen van de wijnstok, belangrijker dan de bodem of variëteit (Van Leeuwen et al., 2004).

Wanneer druiven korter aan de stok hangen is dat nadelig voor de aromatische rijpheid. Nu betekent een vroegere oogst niet per definitie dat druiven een minder aantal dagen aan de stok hangen, de druiven kunnen er in theorie namelijk ook eerder aan hangen. Wel zorgt vervroeging van de oogst ervoor dat de druiven geplukt worden met een hogere omgevingstemperatuur (Van Leeuwen & Destrac-Irvine, 2016). Wanneer druiven rijp worden tijdens het heetste moment van het seizoen kan dat sap opleveren met een hoog suikergehalte en een laag zuurgehalte (Van Leeuwen et al., 2019a). Als het tijdens een warme oogst regent is er ook meer risico op botrytis. De druiven zijn dan al groot, zitten dicht op elkaar, en kunnen openbarsten. Voor de optimale kwaliteit moeten druiven geoogst worden met niet te hoge temperaturen, aan het einde van het seizoen (Van Leeuwen & Seguin, 2006). Druivenrassen die geschikt waren voor bepaalde regio's met bijbehorend klimaat zullen daarom in de toekomst niet zonder meer bij elkaar passen (Van Leeuwen et al., 2019a). Bij de productie van druiven voor wijn is het namelijk van belang dat druiven niet te vroeg in het seizoen rijp worden. Dit resulteert in wijnen met hoog alcohol, een laag zuurgehalte en te weinig frisheid en aroma-expressie (Van Leeuwen & Seguin, 2006). Sommige van de zuidelijk gelegen wijnbouw-regionen zullen op termijn helemaal niet meer of veel minder geschikt raken voor wijnbouw. Bijvoorbeeld het mediterrane gebied, dat door het IPCC (2021) aangemerkt is als een potentiële 'hotspot', wordt mogelijk te warm en te droog voor wijnbouw (Neumann & Matzrakis, 2011). Klassieke wijnlanden als Italië, Portugal en Spanje zullen voor een groot deel boven de 3.000 waarde op de Huglin-index uitkomen (Cardell et al., 2019) wat betekent dat deze gebieden alleen nog geschikt zijn voor tafeldruiven en rozijnen (Neumann & Matzrakis, 2011).

7.3 Effect temperatuursverandering op Duitse wijnbouw

Volgens het Duitse KNMI, de Deutscher Wetterdienst (2021), heeft Duitsland vanaf 1881 een temperatuurstijging gehad van 1,6 graden Celsius. Dat is meer dan het mondiale gemiddelde van één graad. Gedurende het groeiseizoen is het verschil nog groter: vroeger was het in Duitsland gemiddeld veertien graden gedurende het groeiseizoen waar het inmiddels zo een 16,5 graden is (Schultz, 2023). Al wordt het Duitse klimaat beïnvloed door de zee, de relatief snelle opwarming van Duitsland komt toch doordat de opwarming van de lucht boven land sneller gaat dan boven water. Het aantal hete dagen (boven de dertig graden Celsius) is sinds 1950 verdrievoudigd naar gemiddeld negenmaal per jaar. Het aantal dagen onder nul graden Celsius is gemiddeld genomen gezakt van 28 naar 19 dagen per jaar (DWD, 2021).

In de Pfalz is er onderzoek gedaan naar de klimatologische verandering in de regio. De gemiddelde temperatuur ligt op het moment van onderzoek een ruime twee graden hoger dan veertig jaar daarvoor. De Huglin-index voor Hainfeld in de Pfalz is in de afgelopen veertig jaar gestegen van 1685 naar 2063 waardoor het uitkomen van de rieslingknoppen met 11-22 dagen is vervroegd en het moment van oogsten zelfs met 25-40 dagen (Koch & Oehl, 2018). Volgens Koch & Oehl (2018) vindt de temperatuurstijging het sterkst plaats in de lente. Zeker als de bodem stenig is, met veel lucht ertussen die makkelijk kan opwarmen, zal de bloei en vruchtzetting eerder plaatsvinden waardoor er meer kans is op schade door voorjaarsvorst (Mosedale et al., 2015). Verder betekent het dat de Pfalz geschikt(er) raakt voor druiven als syrah, cabernet-sauvignon en tempranillo (Koch & Oehl, 2018).

Bij de gevolgen die tot nu toe al waarneembaar zijn zal het niet blijven: er staat Duitsland nog een verdere temperatuurstijging te wachten (IPCC, 2021). Alle fases zoals het uitkomen van de knoppen, bloei, véraison en rijping van de druiven zullen daarom in de toekomst mogelijk met gemiddeld twee weken vervroegd worden (Santos et al., 2020).

7.4 Effect zonnestringsverandering op Duitse wijnbouw

Zonnestraling is cruciaal voor wijnbouw: de opbouw van suikers, fenolen en aroma's zijn ervan afhankelijk. Bij regio's met relatief weinig zonnestraling is er een grotere hoeveelheid loofwand nodig voor eenzelfde hoeveelheid fruit (Santos et al., 2020). In Duitsland is de zon meer gaan schijnen (Fischer, 2023). Vooral in de zomer is er minder bewolking (IPCC, 2021). Dat heeft te maken met de, in vergelijking met het industriële tijdperk, schone lucht. Een proces dat ook wel 'global brightening' genoemd wordt (Schultz, 2023). Deels is er ook meer zonnestraling die het

aardoppervlak bereikt door afbraak van de stratosfeer door drijfgassen (Schultz, 2000). Deze laag van de atmosfeer absorbeert veel UV-B straling en bij aantasting komt er meer straling op het landoppervlak waar de wijngaarden liggen. Bij een verdunde stratosfeer komt ook UV-straling binnen met een kortere golflengte, deze is schadelijker voor de natuur: er kan een afname in bladgroei optreden en ook negatieve veranderingen in de fotosynthetische capaciteit van de wijnstok (Schultz, 2000). Wel is de ozonlaag na mondiaal genomen maatregelen aan het herstellen (Fang et al., 2019). Een gevolg van een verhoogde zonnestraling is dat er minder blad zal groeien (Schultz, 2000). Dit zorgt voor meer directe zonnestraling op de druiven en zorgt daardoor voor een hogere concentratie aan schilfenolen en zorgt voor een afname aan druif-eigen aroma's en voorlopers van aromastoffen (Van Leeuwen & Destrac-Irvine, 2016). Bovendien zorgt meer zonnestraling op de druiven voor een hoger TDN-gehalte (Schultz, 2023). Te hoge zonnestraling op de druiven kan tevens zorgen voor verbranding van de druiven (Santos et al., 2020). Door een te veel aan oxidatieve stress -veroorzaakt door zonnestraling- kunnen druiven verbleken of verbruinen (Rustioni et al., 2015). Op lichtgekleurde bodems met kalksteen moet er extra rekening gehouden worden met het effect van zonnestraling.

7.5 Effect veranderingen in neerslag, droogte en evapotranspiratie op Duitse wijnbouw

Voor de toekomst voorspelt het IPCC (2021) behalve de temperatuurstijging en de toegenomen zonnestraling dat de regenval in Noordwest-Europa gaat toenemen. Deze regenval kan in toenemende mate extreme vormen aannemen (IPCC, 2021) waarvan het actuele voorbeeld de watersnoodramp in juli 2021 in het Ahr-dal is (Truedinger et al., 2023). Vooral in Zuid-Duitsland en Zuidwest-Duitsland, waar de meeste wijnbouwgebieden liggen, is de regenval toegenomen. In Centraal-Duitsland is de regenval iets afgenomen (Deumlich & Gericke, 2020). Het IPCC (2021) voorspelt verder dat er in West- en Centraal-Europa in de maanden december tot en met februari meer (0-40%) regen zal vallen. In de zomermaanden zal dit een stuk minder zijn dan voorheen. Het aantal droge dagen in de zomer is namelijk toegenomen (DWD, 2021).

Hoewel de neerslag die in het totale jaar valt iets toeneemt zal de hoeveelheid beschikbaar water in de bodem afnemen door langdurige droogtes en verhoogde evapotranspiratie (IPCC, 2021). In de periode 2041-2070 zal er 30% meer watertekort zijn dan in de periode 1976-2005 (Yang et al., 2022). De toenemende langdurige droogtes zorgen ervoor dat de druivenstok frequenter te maken zal krijgen met watertekort, op verschillende momenten van de groei (Yang et al., 2022). De mate van watertekort voor de wijnstok bepaalt voor een belangrijk deel de kwaliteit van de wijn (Van Leeuwen et al., 2019a) al is het van belang in welke fenofase het waterterkort plaatsvindt. Droogte

voordat de *véraison* heeft plaatsgevonden zorgt ervoor dat druiven kleiner worden (Gambetta et al., 2020). Na de *véraison* is de plant minder gevoelig voor waterstress (Gambetta et al., 2020). Volgens het laatste IPCC-rapport zal de droogte in de zomermaanden, dus ook rondom de *véraison*, toenemen. De druifgrootte zal daardoor afnemen en de opbrengst per hectare eveneens. Bovendien zorgt watertekort voor een afname in het appelzuur (Van Leeuwen et al., 2009). Extreem watertekort zal leiden tot stress van de wijnstokken met een stop van de rijping van de druiven als gevolg (Van Leeuwen & Darriet, 2016).

De beschikbare hoeveelheid water voor een wijnstok houdt niet alleen verband met de hoeveelheid regen die er valt maar ook met de evapotranspiratie. Evapotranspiratie is een gecombineerd proces van verdamping van water uit de bodem en transpiratie van water door planten. Het is de totale hoeveelheid water die vanuit de bodem en de planten verdampt en in de atmosfeer wordt vrijgegeven. Deze stijgt door de hogere temperaturen (Van Leeuwen et al., 2019a; Van Leeuwen & Destrac-Irvine, 2016). Per graad temperatuurstijging stijgt de evapotranspiratie met 7% (Schultz, 2023). Daarom is ook de mate waarin een bodem water vasthoudt van groot belang. Wanneer de water-opneembaarheid van de bodem goed is en deze in de winter wordt aangevuld krijgen druivenranken niet snel waterstress in het groeiseizoen. De mate waarin een bodem water kan vasthouden hangt af van de structuur en de diepte van de bodem voordat wortels en water eventueel harde rots bereiken (Van Leeuwen & Destrac-Irvine, 2016). Door de temperatuurstijging zal er naast meer bodemverdamping eveneens meer transpiratie van de wijnstok zijn. Dit zal steeds vaker zorgen voor een negatieve waterbalans (Van Leeuwen & Darriet, 2016). Dit toenemend watertekort zal invloed hebben op de opbrengsten per hectare en op het aantal knoppen dat er aan de wijnstok komen (Van Leeuwen et al., 2009). Zo wordt het aantal knoppen, trossen en druiven grotendeels bepaald door het gehalte waterstress dat de planten hebben gehad in het jaar ervoor rond de bloei (Guilpart et al., 2013). Voor rode wijn is een wat lagere opbrengst een voordeel omdat de schil fenolen toenemen (Van Leeuwen et al., 2009). Deze toename aan schilfenolen zorgt ervoor dat rode wijn complexer wordt naarmate deze ouder wordt (Picard et al., 2017). Voor witte druiven is een licht watertekort goed voor de kwaliteit maar wanneer deze te ernstig is doet dit geen goed (Van Leeuwen et al., 2019a).

Samenvattend over de klimaatverandering en de effecten op Duitse wijnbouw:

- zowel temperatuur als neerslagpatronen als inkomende zonnestraling veranderen;
- de gehele fenologie van de druivenrassen loopt voor op vroeger;
- de temperatuur is de belangrijkste aanjager van de fenologie van druivenstokken;
- de opwarming van Duitsland gaat relatief snel;
- door schonere lucht bereikt meer zonnestraling het aardoppervlak;
- 's zomers valt er minder neerslag;
- per graad temperatuurstijging neemt de verdampingsgraad van de bodem met 7% toe;
- bodems die goed water kunnen vasthouden zijn in het voordeel.

8. Invloed klimaatverandering op Duitse riesling tot nu toe

In dit hoofdstuk wordt de klimaatverandering specifiek voor riesling in Duitsland onder de loep genomen. Dezelfde drie klimaatfactoren als in het vorige hoofdstuk worden hier ook als structuur gebruikt: temperatuur, vocht en zonnestraling.

8.1 Temperatuur

Tot nu toe heeft de klimaatverandering een positieve werking gehad op riesling in Duitsland (Weis, 2023a; Schönleber, 2023; Breuer, 2023). Dat valt te verklaren doordat riesling historisch een laat-rijpend druivenras was in Duitsland. Vroeger werd riesling niet in elk jaar rijp (Weis, 2023a). Nu wordt riesling in elk jaar rijp (Van Leeuwen, 2023). In 2002 rapporteerde weingut Robert Weil in de Rheingau dat in deze jaargang voor het eerst een natuurlijk alcoholpercentage van 13% was gehaald (Robinson, Financial Times 2003). Ook volgens het DLR in Bad Kreuznach bereiken riesling druiven in Duitsland vroeger in het jaar een hogere rijpheid (DLR, 2016). Uit de statistieken van DLR Bad Kreuznach blijkt dat in de jaren '80 van de vorige eeuw in de laatste week van september een gemiddeld mostgewicht van 62,5 graden Oechsle werd bereikt. In de periode van 2008 tot en met 2016 komt dit uit op een gemiddelde van 75,3 graden.

De bloeiperiode van de rieslingwijnstok wordt, uitgaande van de huidige klimaatprognoses van het IPCC, in Duitsland met tien tot twintig dagen vervroegd (Yang et al., 2022). Dit is bovenop de 11-22 dagen die tot nu toe al zijn waargenomen volgens Koch & Oehl (2018). Ook vervroegt het plukmoment, wat betekent dat druiven op een warmer moment geplukt worden (Fischer, 2023). Dat kan een nadeel zijn omdat de zuren van riesling behouden blijven door de druiven in een koele periode rijp te laten worden (Aldinger, 2023b; Schultz, 2023).

Het effect van klimaatverandering is op elk type rieslingwijn anders maar Eiswein zit in ieder geval in de gevarenzone doordat de benodigde vorst van -7 graden Celsius later plaatsvindt of zelfs helemaal niet meer (Santos et al., 2020). Ook is riesling als wit druivenras gebaat bij een complexe en krachtige aroma-expressie. Dit wordt versterkt door een relatief koel rijpingsseizoen (Van Leeuwen et al., 2019a). Riesling is in relatief koele klimaten zoals het Duitse afhankelijk van fruit- aroma's en zuren. Deze aroma's veranderen door de klimaatverandering (Santos et al., 2020). Appelzuur reageert direct op verhoogde temperaturen waardoor de zuren in Duitse Rieslings sinds 1980 zo goed als gehalveerd zijn: van twaalf tot veertien gram zuur naar zeven tot acht gram zuur per liter (Schultz, 2023). Ook het aromagehalte in druiven neemt af door de temperatuurstijging (Koch & Oehl, 2018). Dit komt deels door het noodzakelijke extra gebruik van bentoniet bij klaring

om vertroebeling door eiwitten tegen te gaan, die door de hogere rijpheid van de druiven meer in het sap zullen zitten (Meier et al., 2016). De aroma verandering die optreedt is dat Riesling druiviger gaat smaken door een toename aan terpenen (Schultz, 2022). Ook krijgen Rieslings eerder verouderingstonen in warme jaren (Aldinger, 2023b). Verder wordt er door de hoge temperaturen ook meer TDN aangemaakt (Schultz, 2023).

8.2 Zonnestraling

West-Europa zal te maken krijgen met verhoogde zonnestraling (IPCC, 2021). UV-B-straling is schadelijk voor de wijnstok. Om zich hiertegen te wapenen zal riesling, net als veel andere planten, stoffen aanmaken die dienen als schild. In het geval van riesling gaat het onder andere om de voorloper van norisprenoïde: carotenoïde. Het verval van carotenoïde bepaalt de aanmaak van de stof norisprenoïde. Dit is een voorloper van de stof TDN en damascenone. Laatstgenoemde zorgt voor een extra fruitig karakter (Schultz, 2000) wat doet denken aan het aroma van appelmoes (Van Leeuwen et al., 2020). Riesling die is blootgesteld aan meer UV-straling zal, zeker na flesveroudering, meer ruiken naar petroleum door de hogere hoeveelheid TDN (Schultz, 2000; Van Leeuwen & Darriet, 2016; Fischer, 2023).

Verder zorgt zonlicht bij riesling voor een toename aan terpenen (Friedel et al., 2016) en flavonoiden (Schultz, 2000). Terpenen zorgen voor citrus- en bloemenaroma (Schultz, 2022). Ook draagt zonnestraling bij aan de aanmaak van het kruidige aroma 4-Vinyl Guaiacol (Fischer, 2023). Een toename aan zonnestraling zorgt tevens voor risico op de aanmaak van meer 2-aminoacetophenone (2-AAP) (Van Leeuwen, 2023). 2-AAP is (mede)verantwoordelijk voor atypische rijping van wijn en veroorzaakt tonen van mottenballen, acacia en natte wol (Gessner et al., 1999). Tot slot wordt door verhoogde zonnestraling de opname van stikstof, een bouwsteen voor aminozuren, in riesling afgeremd wat een negatief effect kan hebben op de latere vergisting (Schultz, 2000). In de regio's Pfalz, Baden en Hessische Bergstrasse, waar de zon het meeste schijnt, zal hier meer dan in andere regio's rekening mee gehouden moeten worden.

8.3 Neerslag, droogte en evapostranspiratie

Tot nu toe is de regenval in Duitsland vanaf de jaren '70 van de vorige eeuw niet drastisch veranderd: gemiddeld valt er bijvoorbeeld in de Pfalz zo een 10% meer regen dan veertig jaar geleden (Koch & Oehl, 2018). Echter is de verwachting dat de droogtes in Duitsland zullen toenemen en plaats zullen vinden na de bloei (Yang et al., 2022). Doordat riesling relatief laat-rijpend is zijn de droogtes in potentie een groter gevaar dan bij vroeger rijpende rassen. De start

van de véraison komt namelijk relatief laat. Vóór de véraison is de wijnstok gevoeliger voor waterstress (Gambetta et al., 2020). De hoeveelheid benodigde neerslag hangt af van het type ondergrond. Bodems hebben namelijk verschillende watervasthoudcapaciteiten. Volgens het DLR Rheinland-Pfalz kunnen zandgronden voor een tot twee maanden water opslaan, kleigronden twee tot drie maanden en leem/slibgronden drie tot vier maanden (Ziegler, z.j.). Om in algemene zin iets te zeggen over het effect van verminderde neerslag in het groeiseizoen is daarom lastig. In Duitsland is het verschil in waterstress van druivenstokken op verschillende bodems nog niet onderzocht (Yang et al., 2022). Duidelijk is dat het aantal dagen met waterstress op de steile, stenige hellingen zoals delen van de Rheingau flink gaat toenemen de komende jaren (Yang et al., 2022). De stenige bodems waar riesling in Duitsland op staat aangeplant wordt door de steeds frequentere en langere droogtes mogelijk een nadeel vanwege de te goede drainage (Yang et al., 2022). Waterstress maakt vooral bij witte wijn zoals die van riesling negatief verschil (Van Leeuwen et al., 2019a). Wanneer er meer watertekort is heeft dat een negatief effect op het aantal thiolen (Van Leeuwen, 2023). Verder zorgt watertekort voor een toename aan terpenen bij riesling (Schultz, 2022).

Een bijzonder, maar verontrustend verhaal uit de Rheingau is dat door extreme droogte planten te vroeg in kiemrust getreden zijn. Na wat regenval liepen de wijnstokken voor de tweede keer dat jaar uit. In welke mate dit invloed heeft op de kwaliteit van het jaar dat daarop volgt is niet bekend, maar het heeft in ieder geval een negatief effect op de kwantiteit van het daaropvolgende jaar (Schultz, 2023).

8.4 Persoonlijke beschouwing

Dat het Duitse klimaat in rap tempo verandert is duidelijk. Warme jaren volgen elkaar op: vanaf het jaar 2015 tot en met 2023 is alleen 2021 echt koel te noemen. De rest van de jaren waren warm met uitschieters naar heet zoals de jaargangen 2018 en 2022. De warmere Duitse zomers kunnen resulteren in wijnen met een hoger alcoholpercentage: in 2015 hadden diverse producenten een Riesling Grosses Gewächs op de markt gebracht met 14% alcohol. Zoals eerder betoogd in persoonlijke beschouwing 4.6, moet Riesling elegant en doordrinkbaar zijn. Een alcoholpercentage boven de 13,5% komt Riesling dan ook niet ten goede.

In augustus 2023 organiseerde weingut Wagner Stempel een verticale proeverij met twintig jaargangen Riesling Grosses Gewächs van de Heerkretz wijngaard. Hier was onder andere de veranderende wijnstijl mede door klimaatverandering terug te proeven. In veel oude jaargangen

was duidelijk te proeven dat er botrytisdruiwen waren gebruikt. Dit heeft, naast het feit dat de visie van de wijnboer aan verandering onderhevig kan zijn, vooral te maken met dat botrytisdruiwen in de veel koudere jaren toen essentieel waren voor rijpheid en een juist suikergehalte in het sap. In de jeugd waren deze Rieslings attractief maar na enkele jaren werd de kleur goudgeel en de smaak overrijp. Botrytisdruiwen zijn vandaag de dag, in ieder geval bij weingut Wagner Stempel, niet nodig en bovendien ongewenst. Concluderend beïnvloedt klimaatverandering de stijl van de Duitse Riesling soms positief en soms negatief.

Samenvattend over de invloed van klimaatverandering op Duitse riesling tot nu toe:

- tot nu toe is klimaatverandering eerder positief dan negatief geweest voor Duitse riesling;
- door temperatuurstijging is het aantal gram appelzuur drastisch gedaald;
- de gehele fenologie van de rieslingdruivenstok loopt voor op vroeger;
- er worden hogere alcoholpercentages bereikt;
- een vroegere oogst, op een warmer moment in het jaar;
- door klimaatverandering verandert het aromaprofiel;
- meer ongewenst aroma's in riesling door een toename aan 2-AAP;
- bodems variëren in watervasthoudcapaciteit en bepalen zo mede de hoeveelheid neerslag die noodzakelijk is;
- stenige en steile wijngaarden zijn bij droogte in het nadeel.

9. Modellen om te bepalen of riesling past bij het Duitse klimaat

In het vorige hoofdstuk zagen we wat voor invloed temperatuur heeft op riesling. In dit hoofdstuk gaan we dieper in op het effect van temperatuur op het oogstmoment. Eerst volgt een bespreking van modellen die wijnproducenten helpen om de geschiktheid van een bepaald gebied voor druiventeelt te bepalen en indien geschikt welke druivenrassen het beste passen op basis van klimatologische factoren. De bekendste modellen zijn de Winkler-index en de Huglin-index. Vervolgens wordt het relatief nieuwe Grapevine Sugar Ripeness model besproken. Om kwaliteitswijn te maken moeten druiven tussen tien september en tien oktober geoogst worden (Van Leeuwen et al., 2019a). Of er ook in de toekomst binnen dit tijdsframe geoogst kan worden, wordt getoetst aan de hand van het Grapevine Sugar Ripeness model.

9.1 Winkler-index & Huglin-index

Een manier om erachter te komen of een specifieke druivenvariëteit rijp kan worden in een gebied is door de in Californië ontwikkelde Winkler-index te raadplegen. Daar zijn gebieden ingedeeld in klimaat regio's met de Romeinse cijfers I voor koude gebieden tot en met V voor warme gebieden. In de calculatie wordt uitgegaan van geen groei bij de wijnstok onder een temperatuur van tien graden Celsius en alleen het groeiseizoen van 1 april tot en met 31 oktober (op het noordelijk halfrond) wordt meegenomen. In de berekening worden alle graden Celsius per dag van het groeiseizoen boven het grensgetal tien opgeteld (eventuele negatieve getallen worden als nul gerekend) om zo tot een getal te komen welke bepaalt in welke klimaatzone het gebied zit (Wijnacademie, 2014). Van verschillende druivenrassen is bepaald in welke klimaatzone deze het beste tot hun recht komen waardoor het voor boeren makkelijker is om te bepalen welk druivenras ze aan moeten planten in het desbetreffende gebied. De limitaties van de Winkler-index zijn dat alleen temperatuur wordt meegenomen in de bepaling van de klimaatzone van het gebied. Zaken zoals bodem, neerslag, zonneschijn en de breedtegraad van het gebied worden niet meegenomen. Ook is de calculatie tot en met oktober, wanneer de meeste Europese druiven al geoogst zijn. Een andere limitatie is dat de hoeveelheid beschikbaar water en de hoeveelheid bladerdek ten opzichte van de hoeveelheid fruit ook invloed op de rijping hebben (Van Leeuwen et al., 2023).

De Europese tegenhanger is de Huglin-index vernoemd naar Pierre Huglin. Huglin heeft een classificatie gemaakt van wijngebieden en druivenrassen en die onderverdeeld in negen groepen, gebaseerd op hoeveel warmte een druif moet krijgen om tweehonderd gram suiker per liter te bereiken. Tweehonderd gram suiker is nodig om een potentieel alcoholgehalte van 12% te behalen (Van Leeuwen et al., 2019a). Net als bij de Winkler-index wordt, om te berekenen of druif en gebied

bij elkaar passen, uitgegaan van een minimale temperatuur van tien graden die nodig is voor activiteit in de druivenstok. Alleen het groeiseizoen van de druivenstok wordt meegenomen in de formule. De indextemperatuur die gebruikt wordt om tot een waarde van de Huglin-index te komen is door het gemiddelde te bepalen tussen de gemiddelde dagtemperatuur en de maximale temperatuur waar de basistemperatuur van tien graden Celsius vanaf wordt getrokken. Het groeiseizoen loopt bij de Huglin-index tot en met dertig september. Een ander belangrijk punt van de Huglin-index, waar het verschilt van de Winkler-index, is dat er ook rekening gehouden wordt met de breedtegraad van de wijngaarden, deze heeft namelijk invloed op de lengte van de dagen en daarmee het rijpingsproces (Neumann & Matzarakis, 2011). Vanaf de veertigste breedtegraad past dit model een correctiefactor toe voor de daglengte (Huglin, 1986). Dit model wordt tegenwoordig als onprecies gezien omdat er historische aspecten van de wijnbouw in zijn opgenomen. Zo is merlot in dezelfde groep ingeschaald als het laat-rijpende druivenras cabernet-sauvignon. Verder heeft het model vooral een relatie aangetoond tussen een gebied en een druivenvariëteit maar is het niet bedoeld om te berekenen op welke dag van het jaar een druivenras bijvoorbeeld tweehonderd gram suiker per liter heeft bereikt (Parker et al., 2020a).

9.2 Grapevine Sugar Ripeness model

Waar de Huglin-index en de Winkler-index bekender zijn is aangetoond door Parker et al. (2020a) dat het Grapevine Sugar Ripeness (GSR) model preciezer is in de bepaling of een druivenras past bij de klimatologische omstandigheden van een gebied. Met het GSR-model kan berekend worden wanneer een specifiek druivenras een bepaald aantal gram suiker per liter heeft bereikt en, wat betreft het suikergehalte, rijp genoeg is om geoogst te worden (Parker et al., 2020a). Ook het GSR-model is bedoeld om te bepalen of een druivenras en een gebied bij elkaar passen om zo wijnboeren het druivenras dat past bij de klimatologische omstandigheden van dat gebied aan te laten planten (Parker et al., 2020a).

Het GSR-model is vrij gemakkelijk te gebruiken. Het model heeft twee parameters: de start van de meting is één april en de basistemperatuur is nul. De sommatie van temperaturen die een druivenras nodig heeft om een bepaald aantal gram suiker te bereiken is waarde 'F'. De F-waarde bij laat-rijpende druiven is daarmee hoger dan bij vroeg-rijpende druiven. Het GSR-model laat zien welke sommatie aan gemiddelde dag temperaturen (F) nodig is om tweehonderd gram suiker per liter te behalen voor een specifiek druivenras. De F-waarden voor riesling zijn te vinden in figuur 6. De optelsom van temperatuur loopt vanaf de start van het groeiseizoen: op het noordelijk halfrond de 91^{ste} dag van het jaar tot en met dag 274, ofwel één april tot dertig september. De limitaties genoemd

voor de Winkler-index en de Huglin-index zijn hier ook van toepassing. Toch geeft het GSR-model beter weer wat de reactie van het druivenras is op de luchttemperatuur (Parker et al., 2020a).

Figuur 6: F-waarden GSR-model voor riesling (Parker et al., 2020b).

F-waarden riesling	Suikergehalte in grammen per liter
2893	170
3002	180
3069	190
3225	200

9.3 Berekeningen met het GSR-model

Met het GSR-model kan er vrij nauwkeurig berekend worden of een druif bij het klimaat van een gebied past (Parker et al., 2020a). In dit onderzoek is er met de nauwkeurig bijgehouden klimaatdata van het Duits weerinstituut Wetter Zentrale berekend wanneer het oogstmoment voor riesling per jaar in een specifieke regio is geweest. Dit om de nauwkeurigheid van het model te testen. Twee gebieden zijn onderzocht waarbij de criteria waren dat het twee toonaangevende riesling plekken moeten zijn in Duitsland en er een weerstation aanwezig moet zijn met goed bijgehouden meteorologische data.

De opgesomde temperatuur van het groeiseizoen wordt afgetrokken van de F-waarde van riesling voor tweehonderd gram suiker per liter. De uitkomst van deze som wordt gedeeld door de gemiddelde temperatuur van dat jaar. Het getal dat dan overblijft is het aantal dagen verschil met de datum dertig september. Voor dit onderzoek zijn de klimaatdata van 2015 tot 2021 gebruikt om het oogstmoment te berekenen aan de hand van het GSR-model.

Het weerstation Bad-Kreuznach in de Nahe ligt zo'n zeventig meter lager dan de wijngaarden van Emrich-Schönleber. Vanwege het hoogteverschil is er 0,5 graden Celsius van de gemeten temperatuur afgetrokken. Per honderd meter hoogte daalt de temperatuur immers met 0,65 graden Celsius (Van Leeuwen et al., 2019a) dus voor zeventig meter is het minus 0,5 graden Celsius. De resultaten zijn weergegeven en vergeleken met de werkelijke oogstdatum van Emrich-Schönleber in figuur 7.

Figuur 7: vergelijking resultaten GSR-model en oogstdata Emrich-Schönleber

Bad-Kreuznach vs. Emrich-Schönleber	Gem. Temperatuur Dag 91-274 (1 april-30 september) minus 0,5 graden	Opsomming Temp.	Met GSR-model berekende oogstdatum riesling F = 3225 (200 gram)	Werkelijke oogstdatum Emrich-Schönleber	Afwijking tussen berekening en werkelijkheid
2015	16,6	3038	11 dagen na 30 september / 11 oktober	9 oktober	-2
2016	16,5	3020	12 dagen na 30 september / 12 oktober	19 oktober	+7
2017	16,3	2983	15 dagen na 30 september / 15 oktober	9 oktober	-6
2018	18,2	3330	6 dagen vóór 30 september / 24 september	26 september	+2
2019	16,8	3074	9 dagen na 30 september / 9 oktober	10 oktober	+1
2020	17,2	3148	4 dagen na 30 september / 4 oktober	4 oktober	0
2021	15,6	2855	24 dagen na 30 september / 24 oktober	23 oktober	-1

De tweede berekening is in Württemberg gedaan waarbij meetpunt Stuttgart ‘Schnarrenberg’ is gebruikt. Dit meetpunt ligt op een kleine acht kilometer afstand van de wijngaarden van weingut Aldinger. Het meetpunt ‘Neckartal’ zou representatiever zijn maar daar stoppen de volledige metingen in het jaar 2012. Om de klimaatdata van ‘Schnarrenberg’ kloppender te krijgen zijn de data van de laatste drie jaren dat er nog temperatuurmetingen waren in Neckartal vergeleken met Schnarrenberg in figuur 8 waarbij opvalt dat het Neckartal een stuk warmer is. Dit komt neer op een gemiddelde afwijking van 6%. De klimaatdata van ‘Schnarrenberg’ zijn daarom voor dit onderzoek vermenigvuldigd met 1,06 zoals weergegeven in figuur 9 waar het berekende oogstmoment vergeleken wordt met de werkelijke oogstdatum van weingut Aldinger.

Figuur 8: Vergelijking temperatuur meetpunt Schnarrenberg en Neckartal

2012	16.5 Schnarrenberg	17.6 Neckartal
2011	16.9 Schnarrenberg	17.8 Neckartal
2010	15.6 Schnarrenberg	16.6 Neckartal

Figuur 9: vergelijking resultaten GSR-model en oogstdata Aldinger

Schnarrenberg * 1,06 = Neckartal vs. Aldinger	Gem. Temperatuur Dag 91-274 (1 april-30 september) minus 0,5 graden	Opsomming Temp.	Met GSR-model berekende oogstdatum riesling F = 3225 (200 gram)	Werkelijke oogstdatum Aldinger	Afwijking tussen berekening en werkelijkheid
2015	18,2	3331	6 dagen vóór 30 september / 24 september	16 september	-8
2016	17,7	3239	1 dag vóór 30 september / 29 september	19 oktober	+20
2017	17,6	3220	0 dagen vóór 30 september / 30 september	25 september	-5
2018	19,8	3623	20 dagen vóór 30 september / 10 september	19 september	+9
2019	17,8	3257	2 dagen vóór 30 september / 28 september	17 september	-11
2020	18,3	3349	7 dagen vóór 30 september / 23 september	28 september	+5
2021	16,5	3020	12 dagen na 30 september / 12 oktober	14 oktober	+2

Te zien in figuur 9 is dat in 2016 een afwijking van twintig dagen zit tussen de berekening en realiteit. Qua gemiddelde temperatuur lijkt 2016 heel erg op 2017 maar in 2016 viel er gedurende de oogst veel regen waardoor de oogst tijdelijk gestaakt werd. Daarna vond Matthias Aldinger dat riesling nog geen goede aromatische rijpheid had en besloot riesling (veel) later te plukken. Het opvallende was dat het suikergehalte van de druiven niet meer steeg. Het verschil in het jaar 2018 komt, volgens Aldinger, doordat er te weinig water was. De druiven stopten met rijpen, wat zorgde voor een relatief late oogst. De hitte en waterstress in 2018 verklaart ook de relatief vroege rijping in het jaar daarna. Doordat de planten in 2018 vertraagd werden zijn ze in 2019 extra hard gaan werken en heeft een relatief snelle rijping plaatsgevonden. Er was veel minder waterstress in 2019 dan in 2018 (Aldinger, eigen communicatie, 2023a).

Zoals blijkt heeft naast temperatuur de neerslag effect op het oogstmoment. Dit blijkt een punt van onbetrouwbaarheid voor het GSR-model. De gemiddelde afwijking tussen het GSR-model en de werkelijke oogstmomenten is negen dagen bij weingut Aldinger. Ondanks dit verschil kan het GSR-model een blik in de toekomst werpen. Aan de hand van het gemiddelde van de gemiddelde dag temperaturen van de afgelopen jaren van Bad-Kreuznach en Stuttgart is berekend in figuur 10 en figuur 11 wat één graad en wat twee graden opwarming zou betekenen voor het oogstmoment in Württemberg en de Nahe.

Figuur 10: prognose oogstmoment Bad-Kreuznach

BAD-KREUZNACH	Gem. Temperatuur Dag 91-274 (1 april-30 september) minus 0,5 graden	Opsomming Temp.	Oogstdatum riesling F = 3225 (200 gram)
2015-2021	16,7	3056	10 dagen na 30 september / 10 oktober
Klimaatverandering +1 graad stijging	17,7	3239	1 dag vóór 30 september / 29 september
Klimaatverandering +2 graden stijging	18,7	3422	11 dagen vóór 30 september / 19 september

Figuur 11: prognose oogstmoment Neckartal

STUTTGART <i>Schnarrenberg * 1,06 = Neckartal</i>	Gem. Temperatuur Dag 91-274 (1 april-30 september)	Opsomming Temp.	Oogstdatum riesling F = 3225 (200 gram)
2015-2021	18,0	3294	4 dagen vóór 30 september / 26 september
Klimaatverandering +1 graad stijging	19,0	3477	13 dagen vóór 30 september / 17 september
Klimaatverandering +2 graden stijging	20,0	3660	22 dagen vóór 30 september / 8 september

Zoals te zien in figuur 10 zal in de Nahe het oogstmoment, bij een temperatuurstijging van één graad, liggen rond negentwintig september. Mocht de opwarming verder doorgaan en vanaf dit punt nog twee graden stijgen dan komt het oogstmoment rond negentien september te liggen. In figuur 11 is te zien dat Württemberg, warmer dan de Nahe, bij een temperatuurstijging van één graad Celsius de oogst rond zeventien september zal beginnen. Bij een stijging van twee graden zal riesling geoogst moeten worden rond acht september. Het perfecte oogstmoment ligt tussen tien september en tien oktober. Daar zit Württemberg in het scenario van twee graden extra opwarming net voor. Deze twee dagen dat je eerder oogst maken uiteraard verschil, maar het zal er niet voor zorgen dat er geen goede wijn meer gemaakt kan worden (Van Leeuwen, 2023). De temperatuurstijging an sich blijkt voorlopig geen groot probleem te zijn voor riesling in Duitsland. Volgens het IPCC (2021) stijgt de temperatuur de komende twintig jaar met maximaal één graad Celsius wat betekent dat riesling in zowel de Nahe als Württemberg nog binnen het ideale oogstmoment voor kwaliteitswijn blijft.

Samenvattend over de modellen en de berekeningen met het GSR-model:

- er worden verschillende modellen gebruikt om te bepalen of een druivenras bij een specifiek klimaat van een gebied past waarvan de bekendste de Winkler-index en de Huglin-index zijn;
- aangetoond is dat het minder bekende GSR-model nauwkeuriger is;
- toetsing door middel van eigen calculaties aan de hand van het GSR-model bevestigt dat je het GSR-model kunt gebruiken om de geschiktheid van een druivenras voor een specifieke regio kunt bepalen;
- wanneer de temperatuur stijgt met één of twee graden zal het oogstmoment in zowel de Nahe als Württemberg vervroegd worden;
- ook bij een temperatuurstijging van twee graden blijft het oogstmoment van de Nahe binnen het gestelde tijdsframe voor de oogst van kwaliteitswijn;
- Württemberg valt bij een opwarming van twee graden net buiten het ideale tijdsframe voor de oogst.

10. Aanpassingsmogelijkheden voor rieslingwijnboeren in Duitsland

Dat uit de berekeningen met het GSR-model blijkt dat wat betreft temperatuurstijging riesling voorlopig in Duitsland kwaliteitswijnen kan voortbrengen neemt niet weg dat de temperatuurstijging wel veranderingen met zich meebrengt. Zo ook de toegenomen zonnestraling en de toenemende droogte. Rieslingwijnboeren hoeven echter niet weerloos toe te kijken hoe klimaatverandering riesling in de wijngaard en fles verandert. Er zijn manieren om te adapteren aan het nieuwe klimaat. Deze worden in dit onderdeel besproken volgens de structuur van de klimaatfactoren temperatuur, zonnestraling en vocht.

10.1 Temperatuur

Temperatuur is de belangrijkste aanjager van fenologische processen in de wijnstok. Door een stijging in de temperatuur wordt daarom de gehele fenologie vervroegd. De bloei vindt eerder plaats alsook het oogstmoment. De risico's voor druiven zijn onder meer een verlaging van de zuren en aroma's en een verhoging van het suikergehalte.

Oogstmoment

Een manier om aan te passen aan de verhoogde temperaturen kan zijn de oogst te vervroegen (Weis, 2023a). Dit kan een disbalans voorkomen tussen suiker en zuur (Van Leeuwen & Destrac-Irvine, 2016). Deze rek is niet oneindig omdat druiven volgens Van Leeuwen et al. (2019a) geoogst moeten worden tussen tien september en tien oktober om goede kwaliteit te bereiken. Volgens de berekeningen met het GSR-model zal pas bij een verdere opwarming van twee graden Celsius het oogstmoment in Württemberg iets voor tien september komen te liggen. Het ligt niet in de lijn der verwachting dat dat binnen twintig jaar gaat gebeuren. Het IPCC (2021) verwacht tot 2040 een maximale opwarming van één graad Celsius en tot 2050 maximaal anderhalve graad Celsius.

Het dagdeel wanneer geoogst wordt is ook van belang. Als er vroeg in de ochtend, of misschien zelfs in de nacht, wordt geoogst dan ligt de temperatuur lager en zal er minder zuur en/of aroma-verlies plaatsvinden (Fischer, 2023). Doordat de datum van het oogsten steeds vroeger komt te liggen, is er een grotere kans op zomerse temperaturen tijdens de oogst. Op een moment oogsten dat het relatief koel is wordt dus door klimaatverandering van groter belang. Als vroeg op de dag oogsten niet voldoende is dan is een andere manier de geplukte druiven te koelen door middel van droogijs om hetzelfde of een versterkt effect te laten plaatsvinden met als doel minder zuren en aroma's te verliezen (Fischer, 2023).

Rendement verhogen

Door de hogere temperaturen stijgt het suikergehalte in druiven. Vaak wordt betoogd dat lagere opbrengsten zorgen voor betere kwaliteit omdat de wijnstok de aandacht dan over een minder grote hoeveelheid druiven hoeft te verdelen. Maar het suikergehalte en daarmee het uiteindelijke alcoholpercentage is te verlagen door de rendementen juist te verhogen. Een wijnboer kan tweemaal oogsten waarbij de vroege oogst wordt gebruikt voor een basiswijn of voor een mousserende wijn en de tweede oogst voor de 'grote wijnen' (Fischer, 2023). Doordat je de druiven voor een basiswijn, een Kabinett of een mousserende wijn vroeg oogst, blijft er nog tijd over voor de wijnstok om de overgebleven druiven van kracht en complexiteit te voorzien.

Toevoeging van zuren

Een probleem van klimaatverandering is de verlaagde hoeveelheid zuren in wijn. Dat gaat ten koste van het frisse karakter van Riesling. Als de wijn niet genoeg zuren bevat kan deze verhoogd worden door zuren toe te voegen (Fischer, 2023). Dit wordt voornamelijk gedaan met wijnsteenzuur, wat een natuurlijk zuur is van de druiven zelf. Het beste is om deze toevoeging van zuren voor de fermentatie te doen, dit resulteert in een betere integratie (Bird, 2011).

Snoeiwijze & loofwandbeheer

Druiven die dicht bij de grond groeien hebben te maken met hogere temperaturen. Door de wijnstok hoger te laten groeien, en de druiven dus hoger te laten hangen, neem je iets van de hitte weg (Van Leeuwen et al., 2019a; De Rességuier et al., 2023). Ook wordt het vorst risico voor de plant lager door de druiven hoger te laten groeien. Een vertraging in de rijping van de druiven brengt het niet te weeg, het hoger laten hangen van de druiven helpt alleen tegen excessen (De Rességuier et al., 2023). De wijnstok heeft bij een hogere geleiding meer water nodig dus in droge regio's is dit niet mogelijk (Santos et al., 2020).

De rijping van druiven kan ook vertraagd worden door in de top van de loofwand blad weg te halen of je kunt de uitloop van de wijnstok vertragen door dubbel te snoeien (Schultz, 2023). Ook heb je als wijnboer de mogelijkheid om verlaat te snoeien: voor het noordelijk halfmond in februari of maart. Dat zal het uitkomen van de knoppen een paar dagen verlaten (Friend & Trought, 2007; Van Leeuwen et al., 2019a). Het is echter voor veel wijnboeren niet mogelijk om alle wijnstokken die ze hebben vlak voor het uitkomen van de knoppen te snoeien. Er is vaak niet genoeg personeel om al het wijngaardareal in een betrekkelijk korte periode te snoeien. Dit is daarom niet de oplossing voor alle wijngaarden (Friend & Trought, 2007).

Een andere optie is minimale snoei (Santos et al., 2020; Schultz et al., 2000; Schultz, 2023). Wanneer er minimaal gesnoeid wordt, blijft er meer stikstof in de plant zitten waardoor de rijpingssnelheid zal afnemen. Hierdoor zou je de druiven op een later moment kunnen oogsten (Weyand & Schultz, 2006). Uit onderzoek van Schultz et al. (2000) blijkt dat spätburgunder in Geisenheim twee weken later geoogst kan worden bij minimale snoei. Het gevaar in koele klimaten is echter dat er door overvloedige regenval in het najaar rot op zou kunnen treden in de wijngaarden. Bovendien verhoog je de opbrengst per hectare, wat nadelig zou kunnen zijn voor de kwaliteit (Weyand & Schultz, 2006). Tot slot zorgt minimale snoei voor een verhoogde waterbehoefte van de plant, wat in droge jaren eveneens een probleem kan zijn (Weyand & Schultz, 2006; Schultz et al., 2000).

10.2 Zonnestraling

De toename van zonnestraling heeft een andere oorzaak dan de temperatuursverandering en de neerslaghoeveelheid. De laatste twee worden veroorzaakt door een toename aan broeikasgassen in de atmosfeer en zonnestraling komt door een betere luchtkwaliteit. Wel zijn alle drie de facetten onderdeel van klimaatverandering. De effecten van de toegenomen zonnestraling zijn ook niet los te koppelen van de toenemende temperatuur in de wijngaarden en het watertekort voor de wijnstokken. Meer zonnestraling betekent namelijk een hogere temperatuur en meer verdamping. Een verhoogde zonnestraling zorgt onder meer voor een toename aan schilfenolen en carotenoïde -de voorloper van TDN-, het aromaprofiel van riesling verandert en er is risico op verbranding van de druiven.

Bodembedekkers

Begroeiing tussen de wijnstokken zorgt op lichtgekleurde bodems voor een lager albedo-effect, waardoor minder zonnestraling de druiven bereikt (Fischer, 2023; Weis, 2023a; Schultz, 2023) en de kerntemperatuur van de druiven relatief laag blijft wat resulteert in een minder hoge rijpheid.

Loofwandbeheer

Een manier om je te wapenen tegen de verhoogde zonnestraling is je loofwand aan te passen (Breuer, 2023; Weis, 2023a). Overrijpheid en verbranding door toegenomen UV-B straling kunnen namelijk voorkomen worden door goed loofwandbeheer (Van Leeuwen & Destrac-Irvine, 2016). Een van oudsher veel gebruikte geleiding van de wijnstok in de Mosel is de scheuten in hartvorm opbinden om zo optimale zonnestraling te krijgen. Nu zonnestraling en warmte niet meer de limiterende factoren zijn is het juist zaak om minder zon op de druiven te krijgen. Dit zou kunnen

door als geleidingssysteem ‘vertical shoot positioning’ te gebruiken (Fischer, 2023). Door middel van goed loofwandbeheer kan de wijnboer druiven in de schaduw van de bladeren laten hangen waardoor de temperatuur van de druiven zal afnemen. Dit zorgt voor tragere rijping en een lager suikergehalte (Santos et al., 2020). Ook zal, wanneer de loofwand-fruit ratio aangepast wordt en er in verhouding minder loofwand is voor dezelfde hoeveelheid druiven, de rijping vertragen (Santos et al., 2020). Eén vierkante meter wordt gezien als de optimale hoeveelheid loofwand om één kilo druiven goed rijp te krijgen (Kliewer & Dokoozlian, 2005). Als dit naar beneden wordt gebracht, wordt de véraison vertraagd en het uiteindelijke suikergehalte in de druif verlaagd. Op de zuren heeft het nauwelijks effect (Parker et al., 2015).

Wijngaardinrichting

Naast het loofwandbeheer heeft ook de wijngaardinrichting invloed op de hoeveelheid schaduw. Door rijen wijnstokken dichter op elkaar te zetten, bijvoorbeeld één meter in plaats van twee meter, creëren de rijen meer schaduw voor elkaar (Aldinger, 2023b). Ook staan nu veel wijngaarden noord-zuid georiënteerd. Echter is de westkant warmer dan de oostkant. Door de rijrichting iets te kantelen kan je zorgen voor relatief veel koele ochtendzon en relatief weinig warme avondzon (Schultz, 2023). Meer ochtendzon heeft als bijkomend voordeel een lagere botrytisdruk (Fischer, 2023). Een ander bijkomend voordeel is dat de waterconsumptie van de plant lager wordt in vergelijking met rijen die in noord-zuid positie staan (Schultz, 2023).

Alternatieve oplossingen

Door zonneschermen neer te zetten kan je de druiven beschermen tegen zonnestraling (Schultz et al., 1998). Ook is het mogelijk om een niet-transparant middel zoals calciumcarbonaat, kaliumsilicaat of de kleisoort kaoliniet te spuiten op de wijnbladeren om de zonnestraling te blokkeren (Santos et al., 2020).

10.3 Neerslag, droogte en evapotranspiratie

Hoewel er jaarlijks min of meer dezelfde hoeveelheid neerslag naar beneden komt is de tendens wel dat regenval minder in de zomer plaatsvindt. Ook dragen de toegenomen temperatuur en zonnestraling bij aan meer verdamping en daardoor meer waterstress in de wijngaarden. Dit heeft een negatief effect op het rendement, kan het aromaprofiel van Rieslingwijn doen veranderen en bij hevige waterstress de rijping van de druiven stoppen.

Irrigatie

Vanzelfsprekend helpt irrigatie tegen droogte. Irrigatie zou ook de oplossing kunnen zijn voor de door de droogte veroorzaakte kiemrust van de planten. Irrigatie zal dan tot ná de oogst nodig zijn (Schultz, 2023). Wel zitten er een aantal nadelen aan irrigeren van wijngaarden. Zo kosten de materialen voor het irrigatiesysteem, zoals de buizen door de wijngaarden, een hoop geld. Per hectare is dit €2.700,- aan materialen exclusief de kosten van het aanleggen. Momenteel zijn er wel subsidies vanuit de Europese Unie mogelijk (Aldinger, eigen communicatie, 2024). Belangrijker is dat water in veel gebieden schaars is. Er is niet genoeg water om alle wijngaarden die in de komende decennia te maken krijgen met droogte te irrigeren. Wijngaarden die geïrrigeerd worden hebben een honderdmaal hogere water-voetafdruk (Van Leeuwen et al., 2019a). Water gebruiken voor drinkwater heeft een primaat functie net als gewassen die noodzakelijk zijn voor de voeding. Irrigatie zorgt bovendien voor verzilting van de bodem. Dat komt doordat het irrigatiewater in de bodem zouten oplost en die bij verdamping mee omhoog neemt. Als dit proces zich jarenlang dag in dag uit herhaalt krijg je een verzilte bodem. Ook kan het irrigatiewater zelf een hoger gehalte aan zouten bevatten. Wanneer een bodem verzilt is en te veel chloride en/of natrium bevat zorgt dit voor een slechtere fotosynthese (Walker et al., 2009). Wanneer er genoeg regen in de winter valt is het probleem van verzilting veel minder groot of niet aanwezig (Van Leeuwen & Destrac-Irvine, 2016). Irrigatie is in dat geval ook een minder grote noodzaak.

Bodembedekkers

Doordat het gebruik van herbiciden in Europese wijngaarden is afgenomen afgelopen decennia, kunnen er meer grassen en kruiden tussen de wijnstokken in groeien. Die kruiden zouden concurrentie kunnen zijn voor de wijnstok maar in de praktijk blijkt dat te verwaarlozen omdat wijnstokken veel dieper kunnen wortelen (Van Leeuwen & Destrac-Irvine, 2016). Begroeiing tussen de wijnstokken zorgt voor minder evapotranspiratie (Fischer, 2023; Weis, 2023; Schultz, 2023). Een soortgelijk effect kan ook bereikt worden door stro op de ondergrond te leggen (Weis, 2023a; Schönleber, 2023). Naast minder verdamping uit de bodem kunnen bodembedekkers ook aanhechtingpunten voor dauwdruppels zijn, die vervolgens de grond intrekken (Aldinger, 2023b).

Humus

Ingrijpende bodembewerking is, zeker in de toekomst, af te raden. Als er weinig andere planten rondom de wijnstokken groeien is er minder mycorrhiza in de bodem wat zorgt voor een lagere vruchtbaarheid. De afbraak van plantenresten zorgt voor een toename aan humus in de bodem. Humus verbetert de bodemstructuur, bevordert de groei van het wortelsysteem en speelt een

cruciale rol bij het vasthouden en vrijgeven van voedingsstoffen. Dankzij humus blijft de bodem gezond en vruchtbaar. Bovendien kan de bodem zonder planten minder goed het water vasthouden en erodeert de bodem snel (Santos et al., 2020). Als wijnboer kan je op een kunstmatige manier het gehalte humus verhogen door een mengsel van bijvoorbeeld druivenpulp, paardenmest en hout voor een jaar in de wijngaard te leggen (Aldinger, 2023b). Een toename van 1% organisch materiaal kan tussen de zestien en twintig liter water extra per kubieke meter vasthouden (Schultz, 2023).

Biologisch en biodynamisch wijngaardwerk

Uit onderzoek van de universiteit Geisenheim blijkt dat de biologisch en biodynamisch onderhouden wijngaarden beter presteren dan de conventionele wijngaarden. Dit onderzoek loopt vanaf 2006 en in droge en warme jaren als 2018, 2019, 2020 en 2022 presteerden de biologisch en biodynamisch onderhouden wijngaarden beter. De achterliggende oorzaak is nog niet duidelijk. In algemene zin gaat het wel ten koste van 20-25% van de oogst ten opzichte van conventionele wijnbouw (Schultz, 2023).

Verlaging rendement

Wijnstokken kunnen beter tegen droogte wanneer de opbrengsten van de plant laag zijn. In droge gebieden, of droge jaren, is een oplossing voor de wijnboer om de opbrengst te verlagen door middel van een groene oogst. Dit voorkomt dat de wijnstokken in dermate stresstoestand gaan verkeren dat ze de rijping compleet stoppen (Van Leeuwen & Destrac-Irvine, 2016).

Snoeiwijze

In het mediterrane gebied hebben wijnmakers een snoeiwijze ontwikkeld die goed bestand is tegen droogte: de bushvine, ook wel gobelet genoemd. Wijnstokken kunnen zo overleven met slechts 350 mm regen per jaar en nog steeds goede wijn voortbrengen (Santesteban et al., 2017). De reden dat deze wijnstokken goed tegen droogte kunnen is dat ze een relatief klein bladerdakoppervlak hebben waardoor ze minder transpireren. Doordat de opbrengsten laag zijn, is de kleine hoeveelheid loofwand geen probleem. De ratio loofwand-fruit is hierdoor nog steeds min of meer gelijk. Een kleinere oogst betekent niet noodzakelijk dat de prijs van de wijn omhooggaat omdat er weinig arbeid verricht hoeft te worden in een bushvine wijngaard. Een nadeel van de bushvine is dat druiven handmatig geoogst moeten worden omdat er (nog) geen oogstmachine bestaat die de druiven goed van bushvines plukt (Van Leeuwen & Destrac-Irvine, 2016).

Loofwandbeheer en wijngaardindeling

Een manier om wijngaarden meer droogteresistent te maken is door de wijnstokken verder uit elkaar te plaatsen. Immers, wanneer je wijnstokken dicht op elkaar zet heb je nauwelijks zonlicht verlies: alles wordt opgevangen door de bladeren. Het zonlicht zorgt voor transpiratie van de bladeren wat betekent dat een lagere dichtheid van stokken per hectare de waterstress vermindert, ook omdat wijnstokken dan minder concurrentie van elkaar ondervinden in de strijd om het water (Van Leeuwen et al., 2019b). Verder neemt de transpiratie van de wijnstok toe naarmate deze meer bladeren heeft. Het weghalen van een deel van de loofwand vermindert dit (Breuer, 2023).

Leeftijd wijnstok

Een manier om je te wapenen tegen klimaatverandering is wijnstokken niet te rooien maar zo lang mogelijk laten staan. Wijnstokken worden vaak gerooid wanneer ze rond de veertig jaar oud zijn maar hebben de potentie om wel honderd jaar te worden. Uit onderzoek van Nader et al. (2019) blijkt dat wijnstokken die ouder zijn beter tegen droogte kunnen. Riesling-wijnstokken van 25 jaar of ouder hadden in het onderzoek in Geisenheim minder last van droogte dan wijnstokken van rond de vijf jaar oud. Het verschil tussen 25 jaar en nog ouder was er niet. De vermoedelijke reden van de betere droogteresistentie lijkt te liggen in het wortelsysteem. Een jonge wijnplant heeft een relatief oppervlakkig wortelsysteem waar een oudere wijnplant dieper wortelt (Nader et al., 2019). Veel wijngaarden hebben een relatief ondiepe bodem omdat hard gesteente ervoor zorgt dat wortels niet diep kunnen gaan. Door de bodem lossere te maken voor het aanplanten kunnen wortels makkelijker diepgaan en daar eventuele waterreserves aanspreken (Van Zyl & Hoffman, 2019). Wijnstokken oud laten worden wordt soms bemoeilijkt door ziektes zoals de snoeiziekte esca (Fischer, 2023).

Klonen en onderstok

Om riesling langer te kunnen verbouwen in Duitsland kan er naar de riesling-kloon gekeken worden. Uit onderzoek naar cabernet franc-klonen blijkt dat er bij oogst op hetzelfde moment tot zeventien gram suiker per liter verschil zit tussen de verschillende klonen. Dit staat gelijk aan 1% minder alcohol (Van Leeuwen et al., 2019a). Verschillende klonen kunnen, net als verschillende druivenrassen, anders reageren op droogte. Dit heeft onder andere te maken met de waterpotentiaal in bladeren (Van Leeuwen et al., 2019a). Sommige druivenrassen en klonen transpireren veel en verliezen veel vocht, terwijl andere druivenrassen beter controle kunnen houden over hun waterpotentiaal (Schultz, 2003). De efficiëntie van hoe druivenrassen met hun water omgaan in tijden van droogte bepaalt of ze droogte resistent zijn. Die mate van efficiëntie kan vastgesteld

worden door te meten hoeveel assimilatie er plaatsvindt in een blad ten opzichte van de hoeveelheid transpiratie. In andere woorden: meten hoeveel water er verloren gaat bij de aanmaak van koolstofverbindingen door fotosynthese. De efficiëntie van met water omgaan kan goed gemeten worden met koolstofsotoopdiscriminatie (Van Leeuwen et al., 2009) door suikers uit droge en natte jaren van dezelfde wijnstok te vergelijken (Van Leeuwen et al., 2019a). Wellicht is er een type rieslingkloon dat een lager suikergehalte kan produceren bij eenzelfde hoeveelheid licht en warmte en die meer droogteresistent is. De klimaatresistente rieslingkloon is er op dit moment nog niet (Weis, 2023b).

Verder kan ook het wortelsysteem de rijping van druiven vertragen of versnellen (Van Leeuwen et al., 2019a). Laat-rijpende onderstokken kan de fenologie twee tot zes dagen vertragen in vergelijking met onderstokken zoals *Vitis riparia* en Gloire de Montpellier (Van Leeuwen & Destrac-Irvine, 2016). Bovendien zijn er onderstokken die beter tegen droogte kunnen. Uit onderzoek naar droogte resistente onderstokken van Ollat et al. (2015) blijkt dat de onderstokken Ruggeri 140, Richter 110, Paulsen 1447 en Paulsen 1103 zeer droogte resistent zijn en ook goed bestand tegen phylloxera. Het nadeel van sommige van deze droogteresistente onderstokken is dat wanneer er wél voldoende water is deze te hoge rendementen geven en bovendien een enorme groeikracht hebben (Schultz, 2005). In Duitsland wordt er veel met de onderstok SO4 gewerkt, maar in de Nahe experimenteert weingut Emrich-Schönleber met de onderstok Börner. Deze wortelt iets dieper en zou daardoor bij waterreserves kunnen komen in droge jaren. Een nadeel is dat er in de jeugd juist meer irrigatie nodig is (Schönleber, 2023).

10.4 Veerkracht van de natuur

Naast hetgeen de wijnboeren kunnen doen in de wijngaard en kelder vertrouwen veel boeren er ook op dat de wijnstokken zich kunnen aanpassen aan het veranderende klimaat. De vraag is of planten zich daadwerkelijk kunnen aanpassen aangezien het genenpakket vastligt. Wel zijn er een aantal manieren aangetoond hoe de wijnstok en zijn omgeving omgaan met een hoger koolstofdioxide-gehalte, hogere temperaturen en meer zonnestraling.

Fotosynthese

De klimaatverandering wordt veroorzaakt door de toegenomen broeikasgassen in de atmosfeer waarbij koolstofdioxide een dominante rol speelt (IPCC, 2021). De natuur heeft mechanismen ingebouwd waardoor deze veerkrachtiger is bij schommelingen in temperatuur veroorzaakt door broeikasgassen. Hoe hoger het koolstofdioxide-gehalte in de atmosfeer des te minder de plant zal

transpireren (Schultz & Stoll, 2010; Santos et al., 2020). De plant wordt hierdoor droogteresistenter en dat compenseert mogelijk voor de toenemende verdamping vanuit de bodem (Santos et al., 2020). Ook gaat de optimale temperatuur voor fotosynthese omhoog bij een toegenomen waarde koolstofdioxide in de atmosfeer (Schultz & Stoll, 2010; Santos et al., 2020). Dit betekent dat de vegetatieve groei wordt geremd evenals de rijping van de druiven.

UV-B bescherming

Uit onderzoek van Schultz (2000) is gebleken dat wijnstokken reageren op verhoogde UV-B-straling. Er worden door de plant meer UV-straling-absorberende stoffen aangemaakt zoals de antioxidanten glutathion en ascorbinezuurzout (ascorbaat). Naast de antioxidanten worden er ook extra beschermende enzymen aangemaakt.

Microbioom in de bodem

Naast deze processen in de wijnstok zelf blijkt uit onderzoek van Rolli et al. (2014) dat ook de bodemmicrobiologie gewijzigd kan worden door klimaatverandering. Het microbiom dat bestaat uit onder andere bacteriën die in symbiose leven met het wortelsysteem van de wijnstok reageren op een warmere bodem. Dit heeft een directe positieve invloed op de droogteresistentie van de wijnstok (Rolli et al., 2014).

Epigenetica

Wat je kan meten aan een wijnstok zoals suiker, grootte van de druif en de snelheid van het groeien is wat het fenotype genoemd wordt. Dat wordt bepaald door de omgevingsfactoren en het genotype, ofwel het totaal pakket aan genen. Het genotype verandert niet door het veranderende klimaat. Maar er is een nieuwe wetenschap die epigenetica heet (Van Leeuwen, 2023). DNA in de cellen is als een bibliotheek met genetische instructies. Epigenetica is als kleine labels die bepalen of een gen actief of inactief is. Deze labels worden wél beïnvloed door de omgeving, zoals temperatuur en waterhuishouding, en kunnen zelfs worden doorgegeven aan volgende generaties. Epigenetica beïnvloedt hoe genen worden gebruikt zonder het daadwerkelijke DNA te veranderen. Deze epigenetische aanpassing kan plaatsvinden in de druivenstok, die zo kan reageren op klimatologische veranderingen (Schultz, 2023; Van Leeuwen, 2023). Al zal dit nooit van het ene op het andere jaar zijn (Schultz, 2023). De epigenetica is een vrije nieuwe wetenschappelijke discipline dus het is nog niet helemaal duidelijk in hoeverre dit een rol kan spelen (Van Leeuwen, 2023).

10.5 Rigoureuze alternatieven

Verhuizen naar andere wijngaarden

Bij een gebrek aan zon en temperatuur zijn wijngaarden op het zuiden in het voordeel. Wanneer deze in overvloed aanwezig zijn kunnen wijngaarden met een andere expositie aantrekkelijk worden (Aldinger, 2023b; Schönleber, 2023). Hogerop is ook een optie: naarmate je hoger de bergen in trekt, wordt het koeler, zo'n 0,65 graden Celsius per honderd hoogtemeters (Van Leeuwen et al., 2019a). In de Mosel, Ahr, Mittelrhein en Rheingau zijn vaak nog stukken bos te vinden boven de wijngaarden waar aangeplant zou kunnen worden. Dit gaat wel ten koste van de natuur ter plekke dus dit besluit zou niet lichtzinnig genomen moeten worden.

Verder zouden wijnboeren ervoor kunnen kiezen om naar wijngaarden te gaan met een ander type bodem. De capaciteit van een bodem om water vast te houden is van grote invloed op de waterhuishouding van de wijnstok. Met de aanhoudende klimaatverandering, die onder andere meer en langere droogtes met zich meebrengt, is het verstandig om stukken grond alleen als wijngaard in te richten als de bodem een goede watervasthoudcapaciteit heeft (Lebon et al., 2003). Wanneer een streek zeer droog is kan de bodem namelijk een doorslaggevend effect hebben op de kwaliteit van wijn wanneer deze watervasthoudcapaciteit goed is. Leem/slibgronden kunnen volgens het DLR Rheinland-Pfalz tot twee keer zo lang water opslaan als de goed gedraineerde zandbodems en zijn daardoor resistenter tegen klimaatverandering. Tot slot zijn bij droogte vlakke wijngaarden in het voordeel ten opzichte van steile wijngaarden vanwege de over het algemeen betere watervasthoudcapaciteit (Weis, 2023a).

Verhuizing naar hogere breedtegraad

Hamburg is een stad die vrij noordelijk in Duitsland ligt en zeker (nog) niet beroemd is om zijn goede Rieslings. In figuur 12 zijn de temperaturen en de opgesomde temperaturen van Hamburg opgenomen met de bijbehorende waarde van het Grapevine Sugar Ripeness model. In de periode 2015-2021 zou er gemiddeld op de laatste dag van oktober riesling met 12% potentieel alcohol geoogst kunnen worden. Wanneer de temperatuurstijging twee graden zal bedragen komt het klimaat qua temperatuurgemiddelde vrijwel overeen met dat van Bad-Kreuznach vandaag de dag. Dat betekent dat temperatuur in de iets verdere toekomst vermoedelijk geen obstakel zal zijn om in Hamburg goede riesling te produceren. Deze berekeningen tonen aan dat met elke graad temperatuurstijging de grens van waar wijn gemaakt kan worden verder opschuift naar het noorden. Regio's ten zuiden van Hamburg raken eerder geschikt voor rieslingaanplant.

Figuur 12: hypothetische oogstdata Hamburg

HAMBURG	Gem. Temperatuur Dag 91-274 (1 april-30 september)	Opsomming Temp.	Oogstdatum riesling F = 3225 (200 gram)
2015	14,1	2580	46 dagen na 30 september
2016	15,4	2818	26 dagen na 30 september
2017	14,3	2617	43 dagen na 30 september
2018	16,8	3074	9 dagen na 30 september
2019	15,3	2800	27 dagen na 30 september
2020	15	2745	32 dagen na 30 september
2021	14,5	2654	39 dagen na 30 september
2015-2021	15,1	2763	31 dagen na 30 september
Klimaatverandering +1 graad stijging	16,1	2946	17 dagen na 30 september
Klimaatverandering +2 graden stijging	17,1	3129	6 dagen na 30 september

Overstappen op andere druivenrassen

In alle traditionele wijnlanden staan druiven aangeplant die te oogsten zijn tussen tien september en tien oktober. Dit geldt ook voor riesling uit de Rheingau (Van Leeuwen et al., 2019a). Nu de temperaturen stijgen kan het zo zijn dat druiven niet meer passen bij de regio waar ze staan aangeplant. Een manier om aan te passen is dus om andere wijnstokken aan te planten die later rijpen. Potentiële vervangers voor riesling zijn rkatsiteli, petit arvine, ugni blanc en assyrtiko. Deze rijpen allen later dan riesling (Van Leeuwen et al., 2019a).

10.6 Persoonlijke beschouwing

Zoals aangetoond zijn in de literatuur veel manieren te vinden om je als wijnboer aan te passen aan het veranderende klimaat. De een is makkelijker te implementeren dan de ander en de ene maatregel heeft een groter effect dan de ander. In 2022 zag ik in de wijngaarden van Wagner Stempel hoe goed het werkt om stro tussen de ranken te leggen. De met stro bedekte grond was ondanks de warme namiddag vochtig terwijl de wijngaard van de buren eruitzag als een opgedroogde rivierbedding. Het loofwandbeheer is minder onbetwistbaar omdat deze op diverse manieren effect heeft op de wijnstok en de daaraan hangende rieslingdruiven waardoor een wijnboer moet zoeken naar het juiste evenwicht. Wanneer een wijnboer te veel bladeren laat hangen is er veel transpiratie van de plant, wat in de droge periodes problematisch is. Wanneer de wijnboer veel bladeren wegsnoeit dan hangt het fruit te veel in de zon met overrijpheid, verbranding en/of TDN-vorming tot mogelijk gevolg. Het is voor wijnboeren zaak het per wijngaard te bekijken en de juiste balans te vinden.

Een andere vorm van klimaatadaptatie, die minder makkelijk te implementeren is, is de wijngaardindeling. De wijngaard bij vervanging een paar graden kantelen, zoals professor Schultz oppert, is niet altijd mogelijk op steile hellingen. Theresa Breuer experimenteert in de Rheingau met de wijngaardenrijen aanplanten van oost naar west zodat elke rij wijnstokken schaduw creëert voor de rij daarachter. Om deze inrichting van de wijngaard te bewerkstelligen moeten er terrassen aangelegd worden, wat de aanlegkosten van de wijngaard verhoogt. Wat mij persoonlijk is opgevallen is dat weinig boeren gedacht hebben aan dit idee dat Theresa Breuer heeft. Kennelijk hebben niet alle wijnboeren een compleet beeld van de aanpassingsmogelijkheden.

Biologische en biodynamische wijngaarden presteren beter dan conventionele wijngaarden, dat wil zeggen dat ze beter tegen het warmer en droger wordende klimaat kunnen. Het is nog niet aangetoond hoe dit te verklaren valt. Mijn analyse is dat dit te maken zou kunnen hebben met het beter in stand houden van het microbiom in de bodem. Doordat er minder met schadelijke stoffen gespoten wordt bij biologische en biodynamische landbouw, blijft het bodemleven beter intact. Dit bodemleven kan wellicht, door de symbiotische verhouding, de droogteresistentie van de wijnstok vergroten.

Ten slotte: het aanzuren van wijn klinkt niet zo romantisch en ik was er in het verleden pertinent op tegen omdat het vaak te proeven was aan de wijn. Bij aangezuurde wijn was het zuur niet even goed geïntegreerd als op natuurlijke wijze. Sinds een tijdje ben ik overtuigd door een aantal top-

producenten dat aanzuren steeds beter kan. Zij hadden spätburgunder aangezuurd zonder dat het door mij te proeven was.

Samenvattend over de aanpassingsmogelijkheden voor rieslingwijnboeren in Duitsland:

- om de stijgende temperaturen het hoofd te bieden kan men eerder oogsten om een verhoogd potentieel alcoholpercentage te voorkomen, vroeger op de dag oogsten en/of de druiven koelen zodat er minder aroma verlies is, het rendement verhogen om het suikergehalte te verlagen, zuren toevoegen aan de wijn om de frisheid te behouden en goed wijngaardmanagement toe te passen met betrekking tot snoeien en loofwandbeheer;
- om de stijgende zonnestraling het hoofd te bieden kan men met meer bodembedekkers werken om het albedo-effect te beperken, goed loofwandbeheer toepassen voor meer schaduw of de wijngaardinrichting aanpassen en eventueel zonneschermen plaatsen of de druiven en bladeren bespuiten met een niet transparant middel;
- om de veranderende waterbalans het hoofd te bieden kan men de wijngaarden irrigeren, werken met meer bodembedekkers in de vorm van begroeiing of stro, meer humus creëren in de bodem, het rendement verlagen, de snoeiwijze aanpassen, goed loofwandbeheer toepassen, de wijngaardindeling aanpassen, zo lang mogelijk met oude wijnstokken blijven werken en bij aanplant van nieuwe wijngaarden letten op de juiste kloon en onderstok;
- als alle eerder genoemde oplossingen niet zorgen voor voldoende resultaat kan men overgaan op verplaatsing van de wijngaarden naar hogere plekken of naar bodems die beter water vasthouden, andere druivenrassen aanplanten of verplaatsing van de wijngaarden verder naar het noorden toe.

11. Conclusie & discussie

In dit onderzoek is antwoord gezocht op de vraag ‘Wat is het verwachte effect van klimaatverandering op Duitse kwaliteitsriesling de komende twintig jaar en hoe kunnen wijnboeren zich aanpassen?’. De beantwoording van de hoofdvraag wordt ingeleid en mede-beantwoord door de drie deelvragen. Na de conclusie van dit onderzoek volgen de limitaties en de aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

11.1 Conclusie

Deelvraag 1:

Wat is de typiciteit van Duitse Riesling?

Riesling staat al honderden jaren in Duitsland aangeplant en is momenteel een van de meest aangeplante druivenrassen. Nergens is de rieslingaanplant groter dan in Duitsland, waar riesling een relatief laat-rijpend druivenras is. De beste wijnen kunnen goed en zeer mooi ouderen op de fles. De typiciteit van kwaliteitsriesling uit Duitsland is aan veranderingen onderhevig. Deze worden beïnvloed door zowel klimaat als de wijnboer zelf. De laatste jaren zijn temperatuur en zonnestraling geen limiterende factoren geweest om de laat rijpende riesling uit Duitsland rijp te krijgen. Relatief hoge zuren zijn kenmerkend voor de Duitse Riesling en hoewel het zuurgehalte drastisch is gedaald is dit nog geen belemmerende factor geworden. Wat betreft bodems is riesling niet kieskeurig: Grosses Gewächs van riesling komt onder meer van bodems met kalksteen, graniet, leisteen, kwartsiet en zandsteen. Afhankelijk van het klimaat, de bodem en de producent zal Riesling in het aroma gekenmerkt worden door bloemenaroma’s en fruitaroma’s als citrus, appel, perzik, abrikoos, maracuja, grapefruit en passievrucht. Ook het controversiële aroma van petroleum is kenmerkend voor Riesling, al wil lang niet iedere producent dit in zijn Riesling aantreffen. Riesling wordt als mousserende wijn en als stille wijn verkocht en varieert in het gehalte restsuikers. Kortom, Duitse Riesling wordt getypeerd door frisheid, een ruggengraat van zuren, fruit en bloemenaroma’s en de mogelijkheid tot decennialange rijping op de fles.

Deelvraag 2:

Wat is de invloed van klimaatverandering op Duitse riesling?

Niet elke wijngaard is even gevoelig voor klimaatverandering. Gebieden waar het al droog was, zoals het oosten van Duitsland en de Pfalz zullen meer problemen krijgen. Ook binnen een wijnbouwregio zullen wijngaarden die al warm waren het lastiger krijgen. Zoals wijngaarden met steile hellingen, die meer zonlicht vangen waardoor er meer evapotranspiratie plaatsvindt. Dat komt boven op het feit dat steile hellingen relatief weinig bodem hebben om water op te slaan.

Volgens het IPCC zal de temperatuur maximaal met één graad Celsius stijgen in de komende twintig jaar. Dat betekent dat de bloei vier tot zes dagen eerder zal plaatsvinden. Doordat de gehele fenologie verder voor gaat lopen is er een grotere kans op vorstschade. Als druiven korter aan de stok hangen hebben ze een minder hoge aromatische rijpheid. Ook zal de transpiratie van de wijnstok door de hogere temperaturen toenemen wat de waterstress verder verhoogt. De pluk vindt eerder plaats en daarmee in een warmere periode. Dit heeft als nadeel dat de druiven onder hogere temperaturen geoogst worden. Dit gaat ten koste van de zuren en kan tot een hoger potentieel alcoholgehalte leiden. Het toenemende watertekort zal onder andere negatieve invloed hebben op de rendementen die behaald kunnen worden.

Zonder aanpassingen van de wijnboer betekent verdere klimaatverandering voor de smaak van Duitse Riesling dat een hoger alcoholpercentage en een lager zuurgehalte dreigt. De aroma's nemen af, deels doordat meer bentoniet gebruikt moet worden voor de klaring. Tevens zal het aromaprofiel veranderen: de tropische tonen door thiolen en norisprenoïde nemen af door watertekort en de het kruidige aroma 4-Vinyl Guaiacol en de naar druiven, citrus en bloemen ruikende terpenen nemen toe. Ook zal het aroma van petroleum door de toegenomen temperaturen en zonnestraling meer aanwezig zijn in rieslingwijn. Tot slot zal Riesling door de warmte eerder verouderingstonen krijgen, ook wel atypische rijping genoemd, dat kan ruiken naar mottenballen.

Deelvraag 3:

Hoe kunnen Duitse rieslingproducenten de klimaatverandering het hoofd bieden?

Rieslingproducenten hebben diverse manieren om zich aan te passen aan het veranderende klimaat. Door hogere temperaturen rijpen de druiven sneller. Als reactie daarop kunnen boeren het oogstmoment vervroegen of de druiven hoger boven de grond laten hangen, daar waar het koeler is. Ook bestaan er snoeimethoden om de rijping te vertragen. Verder kan in de wijngaard de ratio van loofwand-fruit aangepast worden: met minder blad per druif zal de rijping vertraagd worden. Tegen de toegenomen zonnestraling kan de wijnboer met goed loofwandbeheer, andere geleidingsmethoden en wijnrijen dicht bij elkaar of een oost-west-rijrichting de druiven meer in de schaduw laten hangen. Tegen de droogte zou men, mits er voldoende water is, kunnen irrigeren. Wel moet de financiële haalbaarheid onderzocht worden door het betreffende wijnhuis. In het geval van te weinig water voor irrigatie zou de wijnboer de opbrengsten kunnen verlagen om te voorkomen dat wijnstokken in stresstoestand schieten en stoppen met het rijpen van de druiven. Wanneer dit niet het geval is kan de boer juist de rendementen verhogen zodat er minder suiker en

meer zuren in de druif komen. Humus in de grond verbetert de watervasthoudcapaciteit: met 1% meer organisch materiaal kan de bodem tot twintig liter water meer per kubieke meter vasthouden. Dat kan bijvoorbeeld door een mengsel van druivenpulp, takken en paardenmest aan te brengen in de bodem. Verder is het belangrijk voldoende bodem-bedekkende planten te hebben om het water beter vast te houden. In plaats van planten als bodembedekker kan men ook stro tussen de wijnstokken leggen. Als er ondanks maatregelen in de wijngaard toch een tekort aan zuren is in de wijn dan kan de wijnboer besluiten om de wijn aan te zuren. Samenvattend is er niet een manier waardoor de wijnboer van het klimaatprobleem af is maar zijn er legio mogelijkheden die allen een deel van de puzzel kunnen zijn.

Hoofdvraag:

Wat is het verwachte effect van klimaatverandering op Duitse kwaliteitsriesling de komende twintig jaar en hoe kunnen wijnboeren zich aanpassen?

Ondanks klimaatverandering gaat riesling de komende twintig jaar niet verdwijnen uit de Duitse wijngaarden. Wel zorgt de klimaatverandering voor een nieuwe realiteit voor Duitse rieslingproducenten. Duitsland is in de eerste plaats een betere plek geworden om riesling te verbouwen al wordt het produceren van Eiswein wel steeds lastiger. Riesling was in Duitsland een relatief laat-rijpend druivenras en laat-rijpende druiven zijn in het voordeel ten opzichte van vroeg-rijpende druivenrassen in tijden van klimaatverandering. Voorheen werd riesling niet in elk jaar rijp. Dat is vandaag de dag geen probleem meer. De zuren van riesling zijn bijna gehalveerd in vergelijking met veertig jaar geleden, maar dat mag geen probleem heten aangezien het aantal gram zuur destijds tussen de twaalf en de veertien gram lag. Dat is, in ieder geval voor droge wijn, te hoog te noemen. De laatste jaren worden er jaar in jaar uit kwaliteitsrieslings gemaakt in Duitsland die mee kunnen met de wereldtop.

De warme jaargang 2018 was een kijkje in de toekomst. De kwaliteit was beter dan verwacht. 2019, 2020 en 2022 waren ook warm en droog maar zijn in algemene zin van nog hoger niveau dan de 2018 jaargang. Boeren leren steeds beter om te gaan met het warmere klimaat met meer extremen. Verder zijn rieslingwijnen uit warmere jaren eerder op dronk, wat an sich fijn is. Of het ten koste gaat van het bewaarpotentieel moet de toekomst uitwijzen. Bij kwaliteitsrieslingproducenten is het zaak om het niveau en de typiciteit van Riesling te stabiliseren zoals hij nu is. Aangezien temperaturen en zonnestraling verder stijgen en droge periodes in de zomer vaker en langer zullen plaatsvinden moeten rieslingwijnboeren zich aanpassen. Temperatuur is de belangrijkste aanjager van deze fenologische processen. Dat betekent dat een verdere stijging zorgt dat de boeren de

druiven vroeger moeten oogsten om overrijpheid te voorkomen. Met het GSR-model is aangetoond dat in Württemberg en de Nahe de komende twintig jaar nog binnen het ideale tijdsframe van tien september en tien oktober geoogst kan worden. Dit gaat om gemiddelden. Er zullen jaren tussen zitten dat er voor tien september geoogst moet worden. In deze jaren is het extra belangrijk om het oogsten zo vroeg mogelijk op de dag te laten plaatsvinden en de druiven te koelen met droogijs om ervoor te zorgen dat zuren en aroma's behouden blijven. Producenten van kwaliteitsriesling is aan te raden om over te stappen op biologische of biodynamische landbouw, dit verhoogt de veerkracht van de wijngaard. Dit zal ten koste gaan van de rendementen per hectare en als gevolg daarvan zal Riesling uit Duitsland duurder worden. Dat hoeft niet per definitie een probleem te zijn omdat er een trend gaande is dat men vanwege gezondheidseffecten minder drinkt maar wel wijn drinkt van een betere kwaliteit. Ook profiteert de biodiversiteit rond wijngaarden ervan. Vanwege de excessen in temperatuur is het aan te raden om het fruit hoger te laten groeien, verder bij de grond vandaan. Dit scheelt in temperatuur en neemt het vorstrisico gedeeltelijk weg. De, door schonere lucht, toegenomen zonnestraling moet bestreden worden door schaduw te creëren met de loofwand. Wel is het aan te raden om de loofwand van boven te snoeien zodat er minder fotosynthese plaatsvindt en daardoor een vertraagde rijping van de druiven. Ook is het belangrijk om bodembedekkers te laten groeien tussen de wijnstokken. Deze voorkomen bij lichtgekleurde bodem weerkaatsing van zonlicht waardoor druiven warmer worden en daarmee rijper. Deze bodembedekkers helpen eveneens om het vocht beter in de grond te houden. Deze functie kan worden overgenomen door stro wat tussen de wijnstokken in geplaatst kan worden. Verder is het belangrijk om de hoeveelheid humus in de bodem te verhogen waar nodig zodat de bodem meer water kan bevatten. Wanneer er te weinig neerslag valt kan irrigatie noodzakelijk zijn. Aangezien water schaarser wordt is het belangrijk dat er bassins aangelegd worden rondom de wijngaarden die overtollige winterneerslag vasthouden. Dit zorgt ervoor dat drinkwater of irrigatiewater voor voedsel niet verder onder druk komen te staan. Als er toch te weinig water beschikbaar is kan het noodzakelijk zijn het rendement te verlagen zodat de wijnstok het water over een minder grote hoeveelheid druiven hoeft te verdelen.

Naast het wijngaardwerk lukt het wijnboeren in de kelder ook steeds beter om grote wijnen te maken van de druiven die binnengehaald worden. Er wordt niet veel over gesproken, want het tast voor de consument de romantiek van het wijn-maken wellicht aan, maar ook de topproducenten zuren rieslingwijn aan in warme jaren. Een aantal jaar geleden was het in veel gevallen niet ingewikkeld om aangezuurde wijnen er tussen uit te pikken. Tegenwoordig lukt het wijnboeren om de toegevoegde zuren veel beter te laten integreren in de wijn.

Oudere stokken hebben minder last van droogte dan jonge wijnstokken daarom valt het aan te raden wijngaarden niet te snel te rooien. Wanneer de wijngaard toch opnieuw beplant moet worden is het zaak om dit weloverwogen te doen. Een wijngaard blijft, als het goed is, zo een veertig tot honderd jaar staan dus de keuzes moeten klimaatresistent zijn. Wijngaarden die vandaag de dag de beste riesling voortbrengen zijn niet per se de beste wijngaarden van de toekomst. Met het GSR-model kan de wijnboer zelf bepalen of de wijngaard nog geschikt is voor riesling. Eventueel kan uitgeweken worden naar wijngaarden die hoger liggen of een wijngaard te beplanten met een andere bodem waardoor er sprake is van een betere watervasthoudcapaciteit. Na het kiezen van de juiste locatie moeten onderstok en rieslingkloon geselecteerd worden op onder andere droogteresistentie, TDN-vorming en op een relatief langzame rijping van de druiven. In de toekomst wordt op dit vlak nog veel innovatie voorspeld dus de verwachting is dat klonen en onderstokken steeds beter kunnen overleven in het warmer en droger wordende klimaat. Voordat de wijnstokken in de grond gestopt worden moet de bodem lossier gemaakt worden zodat de bodem meer water vast kan houden. Verder moet overwogen worden om van de klassieke noord-zuid wijngaardinrichting af te wijken. Om de warme namiddagzon zoveel mogelijk te weren uit de wijngaard moeten de wijnrijen een paar graden gekanteld worden. Tevens vergroot deze aanpassing de hoeveelheid relatief koele ochtendzon wat de kans op botrytis in de wijngaard verlaagt. Het advies is om, wanneer het financieel haalbaar is, irrigatiesystemen te installeren bij de aanleg van een nieuwe wijngaard. De kans is groot dat de jonge wijnstokken dit nodig hebben zolang ze nog een klein verticaal wortelstelsel hebben. Verder kan het irrigatiesysteem later bij excessen gebruikt worden. Eventueel kunnen Duitse wijnboeren lering trekken uit mediterraan gebied en de wijnstok zonder geleiding als 'bushvine' laten groeien. Deze manier van niet-geleiden vergt minder water. Toch lijkt dit voorlopig niet nodig om in Duitsland toe te passen. Een alternatieve oplossing is om de wijngaarden te verhuizen naar een hogere breedtegraad, al moet dit financieel en wettelijk wel mogelijk zijn. Uit eigen onderzoek met het GSR-model blijkt bijvoorbeeld dat Hamburg bij twee graden temperatuurstijging vanwege de temperatuur geschikt zou zijn om riesling te verbouwen. Met de huidige klimaatprognoses van het IPCC is dit de komende twintig jaar niet nodig.

11.2 Persoonlijke concluderende beschouwing

De verticale proeverij bij Wagner Stempel toonde voor mij aan dat de kwaliteit van Duitse Riesling in de afgelopen jaren verbeterd is. Het opwarmende klimaat heeft mijns inziens tot nu toe meer positieve effecten dan negatieve. Al is het zuurgehalte bijna gehalveerd, Riesling uit Duitsland is door aangepast werk van de wijnboeren in de afgelopen vijftien jaar eerder frisser dan rijper gaan

smaken. Ook is te merken dat wijnboeren steeds beter raad weten met de extremen. Zo voelde weingut Rings zich in het warme 2018 genoodzaakt riesling aan te zuren en was dit in het eveneens warme 2022 niet nodig. Naar eigen zeggen was er lering getrokken uit 2018 en het resultaat mag er zijn: de Riesling uit 2022 proeft veel eleganter dan die uit 2018.

Volgens Nik Weis zijn de historisch grandioze jaren uit het verleden altijd de extreme jaren met hoge temperaturen en veel zon geweest. Daarom moeten we voor Riesling uit Duitsland niet opzien tegen de toekomst maar ernaar uitkijken. Want hoewel de typiciteit van Duitse kwaliteitsriesling onder druk komt te staan ben ik er, net als de geïnterviewde wijnboeren, van overtuigd dat het de Duitse wijnboeren zal lukken de komende twintig jaar rieslings te blijven produceren van ‘Weltklasse’.

11.3 Aanbeveling verder onderzoek & limitaties

Dit onderzoek heeft aangetoond dat riesling toekomst heeft in Duitsland. Zoals voor elk onderzoek zijn er ook nu beperkingen. Wat literatuur betreft is een limitatie dat niet alle literatuur die over dit onderwerp gepubliceerd is geïntegreerd kon worden in dit onderzoek. Er is geprobeerd diverse invalshoeken te belichten maar toch het kan zijn dat niet elke invalshoek is meegenomen in deze studie. Een van de limieten van de interviews is dat de boeren die aan het woord komen zijn benaderd vanuit persoonlijk contact. Hoewel de boeren elk uit een ander gebied komen en echte riesling specialisten zijn valt niet uit te sluiten dat er bepaalde invalshoeken van andere boeren niet meegenomen zijn. Verdere limitatie is dat rieslingproducenten niet snel zullen zeggen dat riesling niet meer past bij het lokale klimaat, aangezien dit financiële consequenties heeft. Door onafhankelijke professoren aan het woord te laten is die limitatie zo goed als mogelijk ondervangen. Het werd in dit onderzoek niet nodig geacht om meer boeren aan het woord te laten aangezien er op de meeste punten informatiesaturatie optrad.

Voor dit onderzoek is de literatuur aangevuld met interviews van ervaringsdeskundigen en professoren om zo de validiteit van dit onderzoek te vergroten. Dit onderzoek is een aanvulling gebleken op de bestaande literatuur aangezien deze studie gefocust is op de effecten van klimaatverandering bij riesling uit Duitsland, waar relatief weinig over te vinden is in de literatuur. Zowel uit de literatuur als uit de interviews is gebleken dat riesling de komende twintig jaar bij het Duitse klimaat blijft passen, al blijft de smaak, het wijngaardwerk en de vinificatie niet precies zoals het was. Gekozen is voor kwaliteitsriesling omdat het voor bulkriesling minder grote consequenties heeft als er eerder geogost wordt met een minder hoge aromatische rijpheid. Dit kan deels

verholpen worden door het gebruik van aroma gevende gisten. Ook het veranderende gehalte aan koolstofdioxide is in dit onderzoek niet meegenomen omdat blijkt uit onderzoek van Roelevink (2022) dat dit slechts zeer beperkt effect heeft op de wijnstok.

Er wordt voortdurend onderzoek gedaan naar klimaatverandering. De prognoses van het IPCC veranderen voortdurend. Daarom moet er blijvend onderzocht worden of riesling past bij het Duitse klimaat. Ook moet er rekening gehouden worden met het feit dat de effecten van klimaatverandering niet in beton gegoten zijn. Verder kan de mens in de toekomst wellicht de gevolgen van klimaatverandering geheel of gedeeltelijk terugdraaien dan wel remmen door geo-engineering (Vaughan & Lenton, 2010). Toch is klimaatverandering een complexe wisselwerking tussen verschillende systemen. Wanneer de mens oplossingen vindt voor een stijgende temperatuur met behulp van geo-engineering, blijven problemen met betrekking tot vervuild grondwater, beschikbaarheid van zoet water en biodiversiteitsverlies bestaan (IPCC, 2021). Deze effecten kunnen ook elk van invloed zijn op de wijnbouw en verdienen nader onderzoek.

Verder is er weinig onderzoek gedaan naar de microbiologie van de bodem en hoe deze samenwerkt met het wortelsysteem van de wijnstok (Van Leeuwen, 2023). De wijnstok zou wellicht droogteresistenter kunnen zijn dan nu gedacht. Bovendien is de epigenetische werking van de wijnstok ook nog nauwelijks onderzocht (Van Leeuwen, 2023) waaruit mogelijk zou kunnen blijken dat de wijnstok zich -gedeeltelijk- kan aanpassen aan klimaatverandering.

Tot slot moet vermeld worden dat deze studie zich nauwelijks heeft beziggehouden met alternatieve druivenrassen. Met deze studie is getracht de toekomst van riesling in Duitsland te onderzoeken. Of andere druivenrassen beter passen bij het Duitse klimaat van de toekomst moet verder onderzocht worden. Wel is duidelijk geworden dat Duitse wijnbouw, ook met klimaatverandering, de toekomst heeft. Riesling kan daar een belangrijke rol in blijven spelen.

I. Verklarende woordenlijst

Albedo-effect

Verwijst naar de mate waarin een oppervlak in staat is om zonnestraling te reflecteren in vergelijking met hoeveel straling het absorbeert.

Atmosfeer

De laag van gassen die het oppervlak van de aarde omringt en door de zwaartekracht aan de aarde is gebonden.

Bentoniet

Wordt als een natuurlijk en effectieve fining-agent beschouwd. Het heeft de eigenschap om eiwitten en andere ongewenste stoffen te binden, waardoor ze naar de bodem zakken. Dit proces draagt bij aan de stabiliteit en helderheid van de wijn.

Biochemie van de wijnstok

Verwijst naar de chemische processen en reacties die plaatsvinden in de druivenplant tijdens zijn groei en ontwikkeling zoals fotosynthese.

Bodemmicrobiologie

Geheel aan 'algemene systeemprocessen' die in een bodem plaats moeten vinden voor het gezond functioneren van de bodem. Vaak zijn dit 'activiteiten' van micro-organismen zoals bacteriën, schimmels en protozoa.

Botrytis

Ook bekend als edelrot, een schimmel (*Botrytis cinerea*) die soms gewenst is in de wijnbouw, met name bij de productie van bepaalde zoete wijnen. Hoewel botrytis gunstig kan zijn voor bepaalde wijnstijlen, kan het ook ongewenst zijn als het te veel wordt en de druiven aantast die bedoeld zijn voor droge wijnen. In dergelijke gevallen kan het leiden tot verlies van opbrengst en kwaliteit.

Bushvine

Verwijst naar een bepaalde wijngaard- of snoeimethode die wordt gebruikt bij de teelt van druivenstokken. In tegenstelling tot de meer traditionele systemen waarbij druivenstokken langs draadstructuren worden geleid, worden bij de bushvine-methode de druivenstokken in een struikachtige, vrijstaande vorm gekweekt. Ook wel gobelet genoemd.

Carotenoïde

Natuurlijke pigmenten die voorkomen in planten.

Chaptalisatie

Een methode in de wijnbereiding waarbij suiker wordt toegevoegd aan druivensap of most voordat het fermenteert tot wijn. Dit wordt gedaan om het alcoholgehalte in de uiteindelijke wijn te verhogen. Deze techniek is genoemd naar de Franse chemicus Jean-Antoine Chaptal, die het proces in de 18e eeuw populariseerde.

Echte meeldauw

Een schimmelziekte die planten aantast, ook wel bekend als oidium.

Epigenetica

Wetenschapstak die zich bezighoudt met genen die aan- of uitgezet kunnen worden.

Esca

Epidemische houtschimmelziekte die binnenkomt via het uitgedroogde hout van (snoei)wonden en leidt, door rotting en verdere uitdroging van het hout, tot het afsterven van de plant.

Fenofase

Verwijst naar een specifieke fase in de groeicyclus van een plant waarin bepaalde kenmerkende gebeurtenissen of ontwikkelingen plaatsvinden zoals de bloei of het ontwikkelen van het fruit.

Fenolen

Zitten in verschillende delen van de druif, met name de schil en de pit, en ze dragen bij aan de kleur (anthocyanen), smaak (flavonoïden) en structuur (tannines) van de uiteindelijke wijn.

Fenologie

Periodieke levenscyclusgebeurtenissen in planten en de beïnvloeding door klimatologische factoren en seizoensveranderingen.

Flavonoïden

Subgroep van de fenolen die bijdragen aan kleur, structuur en smaak van de wijn.

Fysiologie van de wijnstok

Bestudering door te kijken naar verschillende fenofasen en de bijbehorende biologische processen die plaatsvinden tijdens elk van deze stadia.

Kiemrust

Verwijst naar de periode waarin een zaad of knop inactief is en niet onmiddellijk kiemt.

Koolstofsotoopdiscriminatie

Verschijnsel waarbij planten de voorkeur geven aan het opnemen van koolstof-12 boven koolstof-13 tijdens fotosynthese. Deze selectieve opname leidt tot een veranderde verhouding tussen koolstofsotopen in planten waardoor de koolstofcyclus en de atmosferische veranderingen begrepen kunnen worden.

Liebfraumilch

Wijn die oorspronkelijk van de wijngaard rondom de Liebfrauenkirche in Worms, de wijnstreek Rheinhessen komt. Voor het eerst werd hier melding van gemaakt in 1744. Liebfraumilch geldt als een merknaam voor zoetige witte wijn zonder pretentie. Goedkope bulkwijnen voor grootverpakking en supermarkten. Die wijn kan uit elk willekeurig Duits wijnbouwgebied komen.

Malolactische fermentatie

Een microbiologisch proces in de wijnbereiding waarbij melkzuurbacteriën appelzuur omzetten in melkzuur en koolstofdioxide.

Norisprenoïde

Ontstaan uit de afbraak of omzetting van carotenoïden.

pH-waarde

Geeft de zuurgraad (van de bodem) aan.

Roodvuur

Een schimmel die de laatste jaren meer lijkt voor te komen in stenige, zuidelijk gerichte hellingen (zoals langs de Moezel en de Nahe) is roodvuur ("Roter Brenner"). De naam komt van de vuurrode vlekken die op het blad van aangetaste blauwe druivenrassen verschijnen en kan door hevig bladverlies tot oogstverlies leiden.

Trocken

Wijnen met een hoeveelheid restsuiker tot maximaal 4 gram per liter of tot 9 gram per liter als het totale zuurgehalte maximaal 2 gram per liter lager is dan de hoeveelheid restsuiker.

Valse meeldauw

Is een schimmelziekte die veel planten, inclusief druivenstokken, kan aantasten. De ziekte wordt veroorzaakt door verschillende soorten schimmels uit het geslacht *Peronospora*.

Vertical Shoot Positioning

Is een trainingssysteem voor druivenstokken in de wijnbouw. Het is een methode om de groei van de druivenplant verticaal te leiden en te beheren, waardoor een betere blootstelling aan zonlicht en luchtcirculatie wordt bevorderd.

Véraison

Is een belangrijke fase in de groeicyclus van druiven, waarbij de druiven beginnen te rijpen en van kleur veranderen.

Waterpotentiaal

Is een meting van hoe water beweegt in planten, bepaald door factoren zoals opgeloste stoffen en druk.

II. BRONVERMELDING

Aldinger, M. (2024). Eigen communicatie. Telefonisch contact irrigatie.

Aldinger, M. (2023a). Eigen communicatie. Telefonisch contact plukmomenten.

Aldinger, M. (2023b). Eigen communicatie. Interview Magister Vini.

Bird, D. (2011). *Understanding Wine Technology, 3rd Edition: The Science of Wine Explained*. Board and Bench Publishing.

Bowers, J., Boursiquot, J. M., This, P., Chu, K., Johansson, H., & Meredith, C. (1999). Historical genetics: the parentage of Chardonnay, Gamay, and other wine grapes of northeastern France. *Science*, 285(5433), 1562-1565.

Braatz, D., Sautter, U., Swoboda, I., Holler, H., Goldberg, K. D., & Robinson, J. (2014). *Wine Atlas of Germany (First)*. University of California Press.

Brabant, G., & Roovers, M. (2021). *Wijnland Duitsland*.

Breuer, T. (2023). Eigen communicatie. Interview Magister Vini.

Cardell, M. F., Amengual, A., & Romero, R. (2019). Future effects of climate change on the suitability of wine grape production across Europe. *Regional Environmental Change*.

Daniels, L. (2007). *Duitse Riesling, de druif, zijn terroir, de producenten en de wijn*. Magister Vini scriptie.

De Rességuier, L., Pieri, P., Mary, S., Pons, R., Petitjean, T., & van Leeuwen, C. (2023). Characterisation of the vertical temperature gradient in the canopy reveals increased trunk height to be a potential adaptation to climate change. *Oeno One*, 57(1), 41.

Destatis. (z.j.). *Wine statistics*. Geraadpleegd op 21 maart 2024, van https://www.destatis.de/EN/Themes/Economic-Sectors-Enterprises/Agriculture-Forestry-Fisheries/Wine/_node.html

Deumlich, D., & Gericke, A. (2020). *Frequency Trend Analysis of Heavy Rainfall Days for Germany*. Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF).

DLR. (2016). *Reifemessungen, Kellerwirtschaftlicher Informations-Service (KIS) Nahe und Mittelrhein 2016*.

DLR. Rheinland-Pfalz. (z.j.). *Naturschutz- und Umweltgesetzgebung*. Geraadpleegd op 30 december 2023, van https://www.dlr-rnh.rlp.de/Internet/global/Themen.nsf/2266ce93d19935dbc12570050047a550/c2f2529793887991c1256fea0052efb2?OpenDocument&Highlight=0,*.

DWD. (2021). *Climate predictions and climate projections; Deutscher Wetterdienst, Offenbach am Main, Germany*.

Fang, X., Pyle, J. A., Chipperfield, M. P., Daniel, J. S., Park, S., & Prinn, R. G. (2019). Challenges for the recovery of the ozone layer. *Nature Geoscience*, 12(8), 592-596.

- Fischer, U. (2023). Eigen communicatie. Interview Magister Vini.
- Fischer, U. (2007). Wine aroma. Flavours and fragrances: Chemistry, bioprocessing and sustainability, 241-267.
- Fischer, U. (2020). Powerpoint: terroir schmecken.
- Friedel, M., Frotscher, J., Nitsch, M., Hofmann, M., Bogs, J., Stoll, M., & Dietrich, H. (2016). Light promotes expression of monoterpene and flavonol metabolic genes and enhances flavour of winegrape berries (*Vitis vinifera* L. cv. Riesling). *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 22(3), 409-421.
- Friend, A. P., & Trought, M. C. T. (2007). Delayed winter spur-pruning in New Zealand can alter yield components of Merlot grapevines. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 13, 157–164.
- Gambetta, G. A., Herrera, J. C., Dayer, S., Feng, Q., Hochberg, U., & Castellarin, S. D. (2020). The physiology of drought stress in grapevine: towards an integrative definition of drought tolerance. Oxford University Press on behalf of the Society for Experimental Biology.
- Geßner, M., Köhler, H.-J., & Christoph, N. (1999). Die "Untypische Alterungsnote" im Wein Teil VIII: Auswirkung von Inhaltsstoffen und Antioxidantien auf die Bildung von o-Aminoacetophenon. *Rebe & Wein*, 52, 264-267.
- Glasziou, P., Irwig, L., Bain, C., & Colditz, G. (2001). *Systematic reviews in health care: a practical guide*. Cambridge University Press.
- Grotzinger, J., & Jordan, T. H. (2014). *Understanding Earth*. Macmillan Publishers.
- Guilpart, N., Metay, A., & Gary, C. (2013). Grapevine bud fertility and number of berries per bunch are determined by water and nitrogen stress around flowering in the previous year. *Europ. J. Agronomy*, 54, 9–20.
- Huglin, P. (1986). *Biologie et écologie de la vigne*. Lavoisier (Edition Tec & Doc), Paris.
- Humbrecht, O. (2022). *Olivier Humbrecht en zijn terroir* (L. Daniels, Vert.). Perswijn, 4.
- IPCC. (2021). Summary for Policymakers. In: *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*.
- Keller, M., Harbertson, J.F., & Bertheau, B. (2022). *Riesling Production in a Warm Climate – Viticultural and Oenological Advantages, Drawbacks, and Challenges*. Irrigated Agriculture Research and Extension Center, Washington State University/Wine Science Center, Washington State University/Bertheau Winemaking Consulting LLC.
- Kester, E. (2010). Antifreeze scandal 'was the best thing that happened'. *Financial Times*.
- Kliewer, W.M., & Dokoozlian, N.K. (2005). Leaf Area/Crop Weight Ratios of Grapevines: Influence on Fruit Composition and Wine Quality. *Am. J. Enol. Vitic.*, 56(2).

- Koch, B., & Oehl, F. (2018). Climate Change Favors Grapevine Production in Temperate Zones. *Agricultural Sciences*, 9, 247-263.
- Lebon, E., Dumas, V., Pieri, P., & Schultz, H. R. (2003). Modelling the seasonal dynamics of the soil water balance of vineyards. *Functional Plant Biology*.
- Maltman, A. (2013). *Wine Science: Principles, Practice, Perception*. Academic Press.
- Meier, M., Jaeckels, N., Tenzer, S., Stoll, M., Decker, H., Fronk, P., ... & Will, F. (2016). Impact of drought stress on concentration and composition of wine proteins in Riesling. *European Food Research and Technology*, 242(11), 1883-1891.
- Mosedale, J. R., Wilson, R. J., & Maclean, I. M. D. (2015). Climate change and crop exposure to adverse weather: Changes to frost risk and grapevine flowering conditions. *PLoS ONE*, 10(10), e0141218.
- Müller, E., Lipps, H., & Walg, O. (2019). *Der Winzer 1: Weinbau*. Ulmer Eugen Verlag.
- Nader, K. B., Stoll, M., Rauhut, D., Patz, C. D., Jung, R., Loehnertz, O., ... & Gomès, E. (2019). Impact of grapevine age on water status and productivity of *Vitis vinifera* L. cv. Riesling. *European Journal of Agronomy*, 104, 1-12.
- Neumann, P. A., & Matzarakis, A. (2011). Viticulture in southwest Germany under climate change conditions. *Climate Research*, 47(3), 161-169.
- Ollat, N., Peccoux, A., Papura, D., Esmenjaud, D., Marguerit, E., Tandonnet, J. P., ... & Delrot, S. (2015). Rootstocks as a component of adaptation to environment. In *Grapevine in a Changing Environment: A Molecular and Ecophysiological Perspective* (pp. 68-108). John Wiley & Sons.
- Parker, A. K., García de Cortázar-Atauri, I., Trought, M. C. T., Destrac, A., Agnew, R., et al. (2020a). Adaptation to climate change by determining grapevine cultivar differences using temperature-based phenology models. *OENO One*, 54(4), 955-974. doi:10.20870/oeno-one.2020.54.4.3861
- Parker, A. K., García de Cortázar-Atauri, I., Gény, L., Spring, J. L., Destrac, A., Schultz, H. R., ... & van Leeuwen, C. (2020b). Temperature-based grapevine sugar ripeness modelling for a wide range of *Vitis vinifera* L. cultivars. *Agricultural and Forest Meteorology*, 285-286, 107902.
- Parker, A.K., García de Cortázar-Atauri, I., Gény, L., Spring, J-L., Destrac, A., Schultz, H., Molitor, D., Lacombe, T., & Graça, A. (2015). Manipulating the leaf area to fruit mass ratio alters the synchrony of total soluble solids accumulation and titratable acidity of grape berries. *Australian Journal of Grape and Wine Research*.
- Picard, M., van Leeuwen, C., Guyon, F., Gaillard, L., de Revel, G., & Marchand, S. (2017). Vine Water Deficit Impacts Aging Bouquet in Fine Red Bordeaux Wine. *Frontiers in Chemistry*, 5, Article 56.
- Pigott, S. (1999, October 16). Re-branding efforts meet with limited success: GERMANY by Stuart Pigott: The legacy of Liebfraumilch lingers on, but a brighter note is the demand for Germany's elite wines. *Financial Times*.

Prial, F.J. (1985, August 08). Contaminated Austrian wine turns up in American shores / laced with antifreeze. *Journal Record*.

Regner, F., Stadlbauer, A., & Eisenheld, C. (2000, March). Molecular markers for genotyping grapevine and for identifying clones of traditional varieties. In *International Symposium on Molecular Markers for Characterizing Genotypes and Identifying Cultivars in Horticulture* (pp. 331-341).

Robinson, J. (2003, October 25). Like Liebfraumilch never existed JANCIS ROBINSON ON WINE. *Financial Times*.

Robinson, J., Harding, J., & Vouillamoz, J. (2012). *Wine Grapes: A Complete Guide to Vine Varieties, Including Their Origins and Flavours* (SLP). Ecco.

Roelevink, W. (2022). Wat is het directe effect van een toenemende atmosferische CO₂-concentratie op de wijnstok. *Magister Vini*.

Rolli, E., Marasco, R., Vigani, G., Ettoumi, B., Mapelli, F., Deangelis, M.L., Gandolfi, C., Casati, E., Previtali, F., Gerbino, R., Pierotti Cei, F., Borin, S., Sorlini, C., Zocchi, G., & Daffonchio, D. (2014). Improved plant resistance to drought is promoted by the root-associated microbiome as a water stress-dependent trait. *Society for Applied Microbiology and John Wiley & Sons Ltd*.

Rustioni, L., Milani, C., Parisi, S., & Failla, O. (2015). Chlorophyll role in berry sunburn symptoms studied in different grape (*Vitis vinifera* L.) cultivars. *Scientia Horticulturae*, 185.

Santesteban, L.G., Miranda, C., Urrestarazu, J., Loidi, M., & Royo, J.B. (2017). Severe trimming and enhanced competition of laterals as a tool to delay ripening in Tempranillo vineyards under semiarid conditions. *OENO One*, 51(2), 191-203.

Santos, J.A., Fraga, H., Malheiro, A.C., Moutinho-Pereira, J., Dinis, L.T., Correia, C., Moriando, M., Leolini, L., Dibari, C., Costafreda-Aumedes, S., Kartschall, T., Menz, C., Molitor, D., Junk, J., Beyer, M., & Schultz, H.R. (2020). A Review of the Potential Climate Change Impacts and Adaptation Options for European Viticulture. *Appl. Sci.* 2020, 10(9), 3092. doi:10.3390/app10093092

Schönleber, F. (2023). Eigen communicatie. Interview *Magister Vini*.

Schultz, H.R. (2023). Eigen communicatie. Interview *Magister Vini*.

Schultz, H.R., & Int. Riesling Symposium. (2022). Changes in the Riesling world considering global warming during the last 53 years. Geraadpleegd op 30 april 2023, van <https://www.international-riesling-symposium.com/downloads>

Schultz, H.R. (2005). *Vineyard management, fruit ripening and flavor development*. Department of Viticulture, The Geisenheim Research Institute.

Schultz, H.R. (2003). Differences in hydraulic architecture account for near- isohydric and anisohydric behaviour of two field-grown *Vitis vinifera* L. cultivars during drought. *Plant, Cell and Environment*, 26, 1393–1405.

Schultz, H.R. (2000). Climate change and viticulture: A European perspective on climatology, carbon dioxide and UV-B effects. Fachgebiet Weinbau, Institut für Rebenzüchtung und Rebenveredlung, Forschungsanstalt, Postfach 11 54, D-65366, Geisenheim, Germany.

Schultz, H.R., & Stoll, M. (2010). Some critical issues in environmental physiology of grapevines: future challenges and current limitations. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 16(1), 4–24.

Schultz, H.R., Kraml, S., Werwitzke, U., Zimmer, T., & Schmid, J. (2000). Adaptation and Utilization of Minimal Pruning Systems for Quality Production in Cool Climates. *American Journal of Enology and Viticulture*, 51(5).

Schultz, H.R., Löhnertz, O., Bettner, W., Balo, B., Linsenmeier, A., Jähnisch, A., Müller, M., Gaubatz, B., & Varadi, G. (1998). Is grape composition affected by current levels of UV-B radiation? *Vitis*, 37(4), 191-192.

Schüttler, A., Guthier, C., Stoll, M., Darriet, P., & Rauhut, D. (2015). Impact of grape cluster defoliation on TDN potential in cool climate Riesling wines. *BIO Web of Conferences*.

Sweet, N. (2009). Riesling Selections. Geraadpleegd op 30 maart 2020, van <http://iv.ucdavis.edu/files/121501.pdf>.

Truedinger, A.J., Jamshed, A., Sauter, H., & Birkmann, J. (2023). Adaptation after Extreme Flooding Events: Moving or Staying? The Case of the Ahr Valley in Germany. Institute of Spatial and Regional Planning, University of Stuttgart, Pfaffenwaldring 7, 70569 Stuttgart, Germany.

Van Leeuwen, C. (2023). Eigen communicatie. Interview Magister Vini.

Van Leeuwen, C., Barbe, J.C., Darriet, P., Geffroy, O., Gomès, E., Guillaumie, S., Helwi, P., Laboyrie, J., Lytra, G., Le Menn, N., Marchand, S., Picard, M., Pons, A., Schüttler, A., & Thibon, C. (2020). Recent advancements in understanding the terroir effect on aromas in grapes and wines. *OENO One*, 4, 985-1006.

Van Leeuwen, C., & Darriet, P. (2016). The Impact of Climate Change on Viticulture and Wine Quality. *Journal of Wine Economics*, 11(1).

Van Leeuwen, C., & Destrac-Irvine, A. (2016). Modified grape composition under climate change conditions requires adaptations in the vineyard. *OENO One*, 51(2), 147-154.

Van Leeuwen, C., Destrac-Irvine, A., Dubernet, M., Duchêne, E., Gowdy, M., Marguerit, E., ... Ollat, N. (2019a). An Update on the Impact of Climate Change in Viticulture and Potential Adaptations. *Agronomy*, 9, 514.

Van Leeuwen, C., Pieri, P., Gowdy, M., Ollat, N., & Roby, J.-P. (2019b). Reduced density is an environmental friendly and cost effective solution to increase resilience to drought in vineyards in a context of climate change. *OENO One*, 2, 129-146.

Van Leeuwen, C., Destrac-Irvine, A., Gowdy, M., Farris, L., Pieri, P., Marolleau, L., & Gambetta, G. A. (2023). An operational model for capturing grape ripening dynamics to support harvest decisions. *OENO One* | By the International Viticulture and Enology Society.

- Van Leeuwen, C., Friant, P., Choné, X., Tregoat, O., Koundouras, S., & Dubourdieu, D. (2004). Influence of Climate, Soil, and Cultivar on Terroir. *American Journal of Enology and Viticulture*, 55(3).
- Van Leeuwen, C., & Seguin, G. (2006). The Concept of Terroir in Viticulture. *Journal of Wine Research*, 17(1), 1–10.
- Van Leeuwen, C., Tregoat, O., Choné, X., Bois, B., Pernet, D., & Gaudillère, J.-P. (2009). Vine water status is a key factor in grape ripening and vintage quality for red Bordeaux wine. How can it be assessed for vineyard management purposes? *Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin*, 43(3), 121-134.
- Van Zyl, J., & Hoffman, E. (2019). Root development and the performance of grapevines in response to natural as well as man-made soil impediments. *GiESCO Thessaloniki*.
- Vaughan, N.E., & Lenton, T.M. (2011). A review of climate geoengineering proposals. *Springer Climatic Change*, 109, 745–790.
- Verdenal, T., Dienes-Nagy, A., Spangenberg, J.E., Zufferey, V., Spring, J.L., Viret, O., Marin-Carbonne, J., & van Leeuwen, C. (2021). Understanding and managing nitrogen nutrition in grapevine: a review. *OENO One*, 1, 1–43.
- Walker, R.R., Blackmore, D.H., & Clingeleffer, P.R. (2009). Impact of rootstock on yield and ion concentrations in petioles, juice and wine of Shiraz and Chardonnay in different viticulture environments with different irrigation water salinity. *Australian Journal of Grape and Wine Research*, 16, 243–257.
- Weis, N. (2023a). Eigen communicatie. Interview Magister Vini.
- Weis, N. (2023b). Eigen communicatie. Interview Magister Vini - klonen en onderstokken.
- Weyand, K.M., & Schultz, H.R. (2006). Long-term Dynamics of Nitrogen and Carbohydrate Reserves in Woody Parts of Minimally and Severely Pruned Riesling Vines in a Cool Climate. *American Journal of Enology and Viticulture*, 57(2).
- Wijnacademie (2014). *Vinoloogopleiding. Boek 1a, uitgave 2014-2015*.
- Wine and Spirit Education Trust, level 3 (2011). *Wines and Spirits: Understanding Style and Quality*. WSET Global.
- Wolkovich, E.M., Burge, D.O., Walker, M.A., & Nicholas, K.A. (2017). Phenological diversity provides opportunities for climate change adaptation in winegrapes. *Journal of Ecology*, 105(4), 905-912.
- Yang, C., Menz, C., Simões De Abreu Jaffe, M., Costafreda-Aumedes, S., Moriondo, M., Leolini, L., ... Santos, J. (2022). Projections of Climate Change Impacts on Flowering-Veraison Water Deficits for Riesling and Müller-Thurgau in Germany. *Remote Sensing*, 14, 1519.

Ziegler, B. (z.j.). DLR Rheinpfalz. Klimaänderung erfordert Flexibilität bei der Bodenbewirtschaftung. Geraadpleegd op [30-12-2023], van https://www.dlr.rlp.de/Internet/global/themen.nsf/se_quick/0810C0ADB40120E4C1256FE9004054F4?OpenDocument.

Ziegler, M., Wegmann-Herr, P., Schmarr, H.G., Gök, R., Winterhalter, P., & Fischer, U. (2020). Impact of Rootstock, Clonal Selection, and Berry Size of *Vitis vinifera* sp. Riesling on the Formation of TDN, Vitispiranes, and Other Volatile Compounds. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68, 3834–3849.

III. APPENDICES

APPENDIX 1. Reputatie Duitse riesling

Het duurde, na de eerste documentatie uit 1435, iets meer dan een eeuw voordat de riesling druif werd gezien als de absolute top: vanaf de 16^e eeuw werd riesling gezien als de beste druif van Duitsland, wat toen ook de huidige Franse Elzas bevatte (Sweet, 2009). In de 18^e eeuw kwam de opmars van riesling in een stroomversnelling. In steeds meer gebieden buiten de Mosel mocht men bij wet riesling aanplanten. Eerst in het Rijngebied daarna in de Elzas en vervolgens in Wachau. Halverwege de 18^e eeuw was Christoph van Hutten prins-bisschop van Deidesheim. Hij had niet alleen geestelijk bestuur over zijn bisdom, maar ook het gezag over omgeving Würzburg. In 1744 beval hij dat de druif elbling niet meer aangeplant mocht worden, en vervangen moest worden door riesling of andere edele rassen. Het beroemde Jezuïetencollege in Schlettstadt, vandaag de dag in de Franse Elzas gelegen, volgde het voorbeeld van prins-bisschop van Hutten in 1756 en ging over tot het aanplanten van rieslingdruiven (Braatz et al., 2014). Tot slot wordt het decreet van 1787 door Clemens Wenzeslaus, de keurvorst van Trier, als belangrijkste en grootste stap voor de groei-impuls van riesling gezien. Per decreet besloot hij dat alle inferieure druivenrassen geroid moesten worden ten faveure van riesling. Zo kon, in de 19^e eeuw, de Duitse riesling qua kwaliteit en qua prijs zich meten met de Franse Bordeauxwijnen (Sweet, 2009).

Competitie was er begin 1900 niet alleen met wijnbouwregio's in Frankrijk, ook de binnenlandse competitie nam toe. Er vond vanaf het begin van de 20^{ste} eeuw een verschuiving plaats van kwantiteit naar kwaliteit, maar dat kwam met de Eerste Wereldoorlog abrupt ten einde. Engeland werd de vijand en niet veel later vond in Amerika de drooglegging plaats. Daarmee stortte er voor Duitsland twee belangrijke exportmarkten in. Het verval ging door tot aan het einde van de Tweede Wereldoorlog.

Begin jaren '50 van de vorige eeuw ging het in Duitsland economisch beter. Er was meer geld om uit te geven en dat zorgde ervoor dat het calvinistische bestaan werd ingeruild voor een meer bourgondische manier van consumeren. Doordat de wijnbouwcultuur grotendeels was ingestort werd niet voortgeborduurd op de kwalitatief hoogwaardige wijnbouw, maar kwamen de hoogtijdagen van de goedkope, zoete witte wijn 'Liebfraumilch' (Brabant & Roovers, 2021).

De 'Liebfraumilch' lag voor bodemprijzen in supermarkten, ook in Nederland. In de jaren '80 was Duitse wijn vaak een eenvoudige tafelwijn, dun en scherp van smaak. Daardoor hielden de meeste professionals buiten Duitsland niet van droge Duitse wijn (Robinson, Financial Times 2003).

In 1985 kreeg Duitsland direct en indirect te maken met het ‘ruiterwisservloeistof schandaal’ van Oostenrijk. Een antivriesmiddel genaamd diethyleenglycol werd toegevoegd aan wijn om de kwaliteit te verbeteren. Het glycol zorgde ervoor dat de wijn zoeter werd (Kester, 2010). Het drinken van deze wijn kan zorgen voor misselijkheid, nierproblemen en zelfs de dood (Prial, 1985). De bedoeling van het zoeter maken was om de wijn meer volume te geven en zo meer te laten lijken op duurder wijn, aldus Prial (1985). Dit schandaal speelde zich vooral af in het Oostenrijkse Burgenland, maar Duitse wijnboeren gebruikte die vervuilde wijn om hun eigen wijn aan te vullen waardoor het ook het consumentenvertrouwen in Duitse wijn heeft geschaad.

In oktober 1999 schrijft Stuart Pigott, een erkend wijncriticus en gespecialiseerd in Duitse wijn, in de Financial Times over de grote instorting van Duitsland als wijnland. Na het ‘Liebfraumilch’ hoogtepunt van 1984 is de wijnhandel in Duitsland met een derde in volume geslonken. Toentertijd, zo schrijft hij, werd Duitse witte wijn gezien als goedkoop suikerwater. Echter beschrijft Pigott in ditzelfde artikel ook de kentering die plaatsvindt: tijdens de door het VDP georganiseerde veiling in het jaar 1999 werd een 1998 riesling Beerenauslese van Robert Weil uit de wijngaard Gräfenberg in de Rheingau verkocht voor meer dan duizend Britse pond. Dat was voor velen enorm veel geld, zeker in die tijd. Één jaar eerder, in 1997, was er zelfs een record neergezet voor een jonge witte wijn van Egon Müller uit de Mosel: een Scharzhofberger riesling Trockenbeerenauslese welke verkocht werd voor 1.820 Britse Pond (Pigott, 1999).

Uit het artikel van Pigott (1999) blijkt dat de wederopstanding van Duitse wijn begon bij zoete wijn. De astronomische bedragen die werden betaald voor de zoete rieslings uit Duitsland werkten als katalysator voor het hele land. De focus kwam weer te liggen op kwaliteitswijn in plaats van de goedkope en zoete ‘Liebraumilch’. Naast focus op kwaliteit in algemene zin kwam de nadruk ook meer te liggen op de productie van droge wijnen. In 1985 is slechts 16% van de Duitse wijn als ‘trocken’ gemaakt, in 2016 is dit al 46% (Brabant & Roovers, 2021).

APPENDIX 2.

Onderzoeksgroepen en criteria interviews

- Criteria algemeen:
 - o Individueel afgelegde interviews
 - o Uitsluitend afgenomen door mijzelf
 - o Interview op basis van interview-guide
 - o Open vragen
 - o Vragen om erachter te komen welke handvaten wijnboeren hebben om met klimaatverandering om te gaan
 - o M4A-bestanden van interviews
 - o Interviews uitgetypt in het Nederlands waarbij al het gezegde zo letterlijk mogelijk vertaald is en waar niks wat van belang weggelaten is
- Criteria voor wijnboeren:
 - o Een lange traditie van riesling productie
 - o Universitaire wijnbouwopleiding gevolgd
- Criteria voor docenten
 - o Docent aan een wijnbouwuniversiteit
 - o Kennis van onderwerpen als klimaat(verandering), bodem, wijngaardwerk

Uiteindelijke onderzoeksgroep

- Wijnboeren:

o Matthias Aldinger	weingut Aldinger, Württemberg
o Nik Weis	weingut Nik Weis, Mosel
o Theresa Breuer	weingut Breuer, Rheingau
o Frank Schönleber	weingut Emrich-Schönleber, Nahe
- Docenten:

o Prof. Hans Reiner Schultz	Geisenheim University
o Prof. Cornelis van Leeuwen	Bordeaux University
o Prof. Ulrich Fischer	Neustadt Weincampus

APPENDIX 3. Onderzoeksvragen

- **Professoren**

1. Wat is volgens u typisch aan een Duitse riesling?
 - 1.1 Zijn er grote verschillen in typiciteit van riesling tussen de verschillende gebieden?
 - Is de ligging van de wijngaarden van invloed op de typiciteit?
2. Welke terroir aspecten -klimaat, bodem en het menselijk handelen op dat stuk grond- hebben daar de meeste invloed op?
 - 2.1 Welke aspecten van klimaat zijn volgens u het belangrijkste?
 - 2.2 Welke aspecten van de bodem zijn volgens u het belangrijkste?
 - 2.3 Welke aspecten van het menselijk handelen zijn volgens u het belangrijkste?
3. Hoe ziet klimaatverandering in Duitsland er nu en de komende 20 jaar uit?
4. Wat is het effect van klimaatverandering op Duitse riesling tot nu toe?
5. Wat voor verschillen zijn er zichtbaar tussen de Duitse wijnbouw gebieden?
6. Op wat voor manier speelt de bodemkleur, -structuur en dichtheid een rol bij de veerkracht van Duitse wijngebieden?
7. Op welke manier kunnen wijnboeren zich aanpassen aan het veranderende klimaat?
8. In hoeverre verwacht u dat de natuur zich aanpast?
9. Past riesling over twintig jaar nog bij het Duitse klimaat?

- **Wijnboeren**

1. Wat is volgens u typisch aan een Duitse riesling uit gebied X?
 - 1.1 In hoeverre verschilt dit van riesling uit andere gebieden?
2. Welke terroir aspecten -klimaat, bodem en het menselijk handelen op dat stuk grond- hebben daar de meeste invloed op?
 - 2.1 Welke aspecten van klimaat zijn volgens u het belangrijkste?
 - 2.2 Welke aspecten van de bodem zijn volgens u het belangrijkste?
 - 2.3 Welke aspecten van het menselijk handelen zijn volgens u het belangrijkste?
3. Hoe ziet klimaatverandering in Duitsland er nu en de komende 20 jaar uit in gebied X?
4. Wat is het effect van klimaatverandering op jouw riesling tot nu toe?
5. Op wat voor manier speelt de bodemkleur, -structuur en dichtheid een rol bij de veerkracht van Duitse wijngebieden?
6. Op welke manier denk jij je te kunnen aanpassen aan het veranderende klimaat?
8. In hoeverre verwacht u dat de natuur zich aanpast?
9. Verbouw jij nog riesling over 20 jaar?

Extra interview Nik Weis over rieslingklonen en onderstokken

1. Wat is de gemiddelde plantdichtheid in Duitsland?
2. Welke rieslingklonen zijn populair op het moment in Duitsland?
3. Is er een ontwikkeling gaande van hoog rendement riesling klonen naar laag rendement riesling klonen?
4. Zijn er riesling klonen en/of onderstokken die beter tegen klimaatverandering kunnen?

APPENDIX 4. Uitwerking interviews

- **Ulrich Fischer**

1. Wat is volgens u typisch aan een Duitse riesling?

Het is een van de meest transparante variëteiten. Riesling geeft ons de mogelijkheid om de verschillende terroirs te proeven en te ruiken. Zowel de verschillende bodems als de verschillende klimaten. Dat is mede zo omdat riesling een hoop zuren heeft en deze variëren door verschillen in het aantal kationen van de bodem. Je hebt dan een wat meer gebufferde zuurgraad of een scherpe agressieve zuurgraad. Ook heb je verschillende aroma's en veel verschillende hoeveelheden restzoet, riesling is erg divers. Ook worden er nog zoete wijnen van gemaakt en soms wordt er met botrytis-druiven gewerkt.

1.1 Zijn er grote verschillen in typiciteit van riesling tussen de verschillende gebieden?

Ja die zijn er, door klimaat en bodem verschillen. Ze verschillen in de perceptie van zuurgraad, maar ook de stijlen zijn verschillend. Wat ik wel in gedachten heb als wetenschapper is dat ik je een riesling uit Baden van graniet kan geven waar je niet uit kunt halen dat deze uit Baden komt. Ook kan ik je een leistein riesling uit de Pfalz geven en dan heb je het idee dat hij uit de Mosel komt. Maar toch, als ik 50 rieslings zou krijgen en ik zou moeten zeggen waar deze vandaan komen zou ik toch wel 30 tot 40 van die rieslings correct kunnen duiden. Dus het is goed mogelijk om te onderscheiden.

2. Welke terroir aspecten -klimaat, bodem en het menselijk handelen op dat stuk grond- hebben daar de meeste invloed op?

2.1 Welke aspecten van klimaat zijn volgens u het belangrijkste?

Er zijn twee factoren. De temperatuur en de zonnestraling. Die zijn ook aan elkaar gerelateerd. Hoe meer zonnestraling des te warmer het is. Temperatuur bepaalt de degradatie van zuren, hoe warmer des te minder zuren. Als het warmer is en er is meer zonnestraling dan zullen er meer monoterpenen worden gevormd. Dus dan wordt de wijn iets floraler en bevat wat meer aroma's van geel fruit. Ook krijg je iets meer tropische tonen en grapefruit. Als je bladeren weghaalt in de druivenzone dan worden deze druiven rijker in aroma en hebben minder groene aroma's en een meer kruidige geur. Ze ruiken dan een beetje naar een kruidige gewürtztraminer. Dit kan bij riesling ontstaan door een hogere zonnestraling. Deze aromastof heet Vinyl Guaiacol. Het is een decompositie van een fenolisch zuur en deze fenolische zuren presenteren zich in grotere aantallen bij meer zonnestraling omdat het werkt als bescherming tegen negatief UV licht. Dit gebeurt ook in silvaner en ook in grüner veltliner. Vinyl Guaiacol is niet stabiel dus na 2 tot 3 jaar is dit aroma weg. De groene aroma's: toen ik in de jaren 80 in de wijnwereld te werken kwam waren wijnen veel

groener, wat niks te maken had met methoxy-pyrazinen maar misschien gewoon een tekort aan positieve aroma's. Rieslings met veel schaduw en minder rijpe riesling waren groener en roken meer naar citrusvruchten.

2.2 Welke aspecten van de bodem zijn volgens u het belangrijkste?

Er zijn veel invloeden van de bodem op riesling maar de belangrijkste is de perceptie van zuurgraad. Je hebt bodems die laag in de mineralen zijn zoals graniet en zandsteen en bodems die niet goed verwerken waar het water in de bodem niet rijk aan kationen is waardoor de zuurgraad die gevormd wordt in de druiven als vol aanwezig wordt ervaren. Terwijl als je naar kalksteen kijkt, daar heb je een hoop calcium en magnesium en dit zal de zuurgraad perceptie bufferen. H^+ (positief geladen waterstofion) wordt uitgewisseld door kalium, magnesium en calcium en dan ervaar je de zuurgraad minder. Dat noemen we een gebufferde zuurgraad. Dit is het belangrijkste verschil tussen bodems. Natuurlijk zijn er warmere en hetere wijngaarden, zo is er een impact van kleur bijvoorbeeld maar dat is niet zo heel belangrijk doordat de wijngaarden begroeid zijn met gras of andere vegetatie. De zuurgraad is het meest belangrijke punt. De zuurgraad is zowel gebufferd als dat hij daadwerkelijk lager is. Het totaal aantal grammen zuur verschilt door de rijpheid van de druiven. Hoe rijper des te lager de zuren zijn. In een warmer klimaat wordt het appelzuur sneller afgebroken. Maar ik kan ook in twee wijnen hetzelfde aantal grammen zuur hebben, waarbij de een dan erg zuur en proeft en ander minder.

3. Hoe ziet klimaatverandering in Duitsland er nu en de komende 20 jaar uit?

In de jaren '80 was het erg koud in Duitsland. Alleen 1983 en 1988 en 1989 waren enigszins warm. In 1987 was het maar een dag 30 graden in de wijngaarden en in 1986 zelfs geen een dag. Dus in twee jaar tijd is de temperatuur maar een dag boven de 30 graden uitgekomen. Dit zijn de koude tijden geweest. In de jaren 90 waren er nog steeds een paar koude jaren maar sinds 2002 zijn er bijna geen echt koude jaren geweest. Al waren 2008, 2010 en 2013 en misschien 2016 en 2021 koeler, maar dat was het wel. De temperatuur stijgt, meer in de winter dan in de zomer. Het tweede wat we zien is dat we drogere zomers hebben. En we hebben ook meer zonnestraling.

4. Wat is het effect van klimaatverandering op Duitse riesling tot nu toe?

Er is minder botrytis, druiven zijn rijper, er zijn minder zuren, en ik denk dat we vandaag de dag meer rieslings hebben die aangezuurd zijn dan rieslings die ontzuurd zijn. En 30-40 jaar geleden moest er elk jaar ontzuurd worden. Omdat er een tekort aan rijpheid was door botrytis en te weinig zonnestraling.

5. Wat voor verschillen zijn er zichtbaar tussen de Duitse wijnbouw gebieden?

Er zijn wat verschillen. De grootste problemen ontstaan op steile hellingen. Deze hebben vaak geen diepe bodem, zijn steniger en hebben een lagere watervasthoudcapaciteit. Ook heb je op steile

hellingen meer direct zonlicht waardoor je meer verdamping van water hebt. Dus steile hellingen zijn warmer en hebben minder water dus deze hebben meer last van klimaatverandering. Over het algemeen zijn koelere gebieden minder hard getroffen. Bijvoorbeeld als ik een typische Mosel-wijn wil kopen dan neig ik snel naar de zij-rivieren zoals de Saar en Ruwer omdat de topwijnngaarden in de Mittelmosel zoals bij Wehlen en Bernkastel te heet zijn, waardoor ze hun typiciteit verliezen. Als ik een riesling uit Wehlen proef met 13,5% alcohol dan heb ik niet het gevoel dat ik een Mosel-riesling drink maar een riesling uit Wachau. Dat betekent niet dat we nu moeten stoppen met riesling in die gebieden en andere druiven moeten aanplanten maar we adviseren de wijnboeren om hun handelingen te veranderen zoals hogere opbrengsten hanteren, of een ander geleidingssysteem te introduceren. Klassiek in de Mosel was de geleiding in de vorm van een hart. Dat was om zoveel mogelijk zonnestraling te krijgen want dat was vroeger een limiterende factor. Als je vertical shoot positioning hebt kan je de zonnestraling die de druiven bereikt wat omlaaghalen. In ieder geval is de stijl van sommige steile hellingen in de Mosel veranderd. In de zijrivieren, op hogere hoogte, heb je iets meer zuren en frisheid. Zo hebben ook de warmere gebieden zoals Baden, Pfalz en Franken over het algemeen meer last. De komende jaren zullen nog extremer worden. 2021 en 2016 waren te nat in de zomer. Dan kan je de planten niet meer beschermen omdat je de wijngaarden niet eens in kunt met de tractor. En dan heb je jaren als 2018 waar het veel te droog is. Verder zal de temperatuur blijven stijgen. De rijping van de druiven zal vroeger en vroeger worden en dat betekent dat we druiven moeten plukken met warmere temperaturen. Dat betekent dat we meer koeling moeten regelen voor de druiven en vroeg in de morgen plukken om ze koel te houden. Het zal doorgaan zoals het is gegaan met klimaatverandering. De klimaatverandering loopt ook achter op de oorzaak. 15 jaar geleden hadden we een rode wijnproeverij met wijnboeren en producenten en de conclusie was blijf bij pinot noir en stap niet over op nieuwe variëteiten zoals cabernet-sauvignon en merlot. In 2021 hadden we eenzelfde proeverij met hetzelfde onderwerp en nu concludeerde ik: op de zwaardere rijkere bodems met veel kalk daar moet je merlot op planten en op de stenigere, lage pH bodems moet je syrah planten. Dit zijn ook de twee soorten die op het moment in aantal toenemen. Cabernet-sauvignon is nog steeds moeilijk want in de koele jaren is er geen goede controle over de methoxypyrazinen.

6. Op wat voor manier speelt de bodemkleur, -structuur en dichtheid een rol bij de veerkracht van Duitse wijngebieden?

De bodemkleur speelt geen rol in de veerkracht van wijngaarden. Er zijn wel een paar studies naar de kleur van de bodem en die zijn wat ouder. Er zijn twee aspecten aan de bodem. Eentje is de temperatuur en de ander is de mate van reflectie van licht. De reflectie van licht is een verhaal dat

is verteld over de leisteen en de druiven laag gepositioneerd bij de bodem laten hangen zodat ze profiteren van meer straling, van meer reflectie. Dat was belangrijk toen we een tekort aan zonnestraling hadden. Als je een donkere bodem hebt dan heb je een warmere bodem. Bij een lichte bodem zoals in Valpolicella of Jerez dan blijft de bodem koeler. Tegelijkertijd heb je meer reflectie bij een witte bodem. Ik denk niet dat die reflectie-onderdeel een grote rol van betekenis speelt omdat we genoeg zonnestraling hebben, het is geen limiterende factor. De temperatuur van de bodem daarentegen speelt absoluut wel een rol. De druivenstok houdt van warme voeten, vandaar dat deze van oudsher op stenige bodems aangeplant staat want daar kan de lucht tussen de stenen komen en de bodem verwarmen. Bij een zware bodem zit er water in de bodem en dan duurt het veel langer totdat deze warm wordt. Een koele bodem is positief in de zomer maar in het algemeen houdt een druivenstok meer van een warme bodem. Als er noemenswaardig effect van albedo zou zijn dan zit hem dat vooral in de bodemtemperatuur en niet in de reflectie. De powerpoint Terroir Schmecken die door mij gemaakt is gaat over riesling druiven die op kalksteen rijper zijn. Dit gaat naast het albedo effect ook over meer mineralen in de bodem en een hogere pH-waarde in de druiven. Ik weet het eigenlijk niet zeker. 70-80% van de wijngaardbodems zijn begroeid dus we zien de kleur niet meer van de bodem. Vroeger was er minder begroeid en had het albedo-effect mogelijk meer effect maar als het van een groot belang zou zijn dan zou ik verwacht hebben dat boeren hierop ingespeeld hadden en reflecterende folie onder hun druiven hadden gelegd. De structuur en dichtheid van de bodem speelt absoluut een rol want hoe groter de onderdelen van de bodem, des te meer lucht en des te minder water in bodem en dat betekent dat de bodemtemperatuur sneller stijgt in de lente en misschien te heet wordt in de zomer. De micro-organismen hebben ook lucht nodig om te leven, dus deze leven beter in een luchtigere bodem. Al gaan er ook een hoop micro-organismen dood bij een te hoge temperatuur in de zomer. Maar in een zware bodem met veel water zal er weinig microfauna zijn vanwege luchttekort. Bij een lage kationenuitwisselcapaciteit zal de geproduceerde zuurgraad beter te proeven zijn. Bij een hogere kationenuitwisselcapaciteit zal de pH-waarde hoger zijn en de zuurgraad minder te proeven zijn. Maar wat is een voordeel een hoge of een lage zuurgraad? Ik denk dat bodems die een hoge zuurgraad geven een voordeel hebben want bij riesling hoort bij een frisse en proefbare zuurgraad. Toch, we hebben de laatste 20-30 jaar geleerd dat er op kalksteen prachtige rieslings gemaakt worden. Vroeger werd verteld dat riesling niet op zware löss bodems of kalksteen hoort. Daar werd vroeger silvaner of pinot blanc aangeplant. Nu weten we van prachtige rieslings van die bodem. Maar toch denk ik dat een lagere buffercapaciteit in de toekomst positief is.

7. Op welke manier kunnen wijnboeren zich aanpassen aan het veranderende klimaat?

Ze kunnen een hoop doen. Om te beginnen proberen we de hoeveelheid botrytis te verminderen door 2 of 3 bladeren te verwijderen bij de druiventros rond de bloei. Daardoor krijg je een ondervoeding tijdens de bloei en hierdoor ontwikkelen niet alle knopjes zich tot druiven omdat er geen bevruchting is. Daardoor is er een lossere structuur in de tros waardoor we minder botrytis hebben. Verder kunnen we de hoeveelheid zonnestraling beïnvloeden die de druiven bereikt. Goede producenten van riesling halen alleen wat bladeren weg aan de kant van de plant waar de zon het minst fel of direct schijnt. Aan de kant waar de zon veel en fel schijnt wordt het bladerdek gelaten zoals het is zodat er genoeg schaduw is voor de druiven. Als je hogere zuren wil dan kan je de druiven hoger van de grond laten groeien daar is het koeler en houd je een betere zuurgraad. Je kan dit niet zo makkelijk aanpassen. De hoogte wordt meestal bepaald bij het aanleggen van de wijngaard, maar het is niet onmogelijk om 30 centimeter hoger te gaan. Bodembedekkers zijn er om water in de bodem te houden. Nu is er ook het idee om tijdens een droge periode de bodembedekkers niet meer weg te halen want deze gaan dood en dan gebruiken ze geen water meer maar dan heb je nog steeds het positieve effect dat je nog makkelijk je wijngaard in kan met je tractor. Op lange termijn kunnen we ons aanpassen door andere onderstokken te gebruiken die een hogere groeikracht hebben en dieper wortelen. Er zijn manieren om meer water in de bodem te houden door de hoeveelheid humus in de bodem aan te passen. Hoe meer organisch materiaal er in de bodem is, des te meer capaciteit de bodem heeft water op te slaan. Het zijn vooral heel veel kleine stappen die wijnboeren kunnen doen, het gaat niet om 1 of 2 grote stappen. Als je de opbrengsten verhoogt verlaag je het suikergehalte. Vroeger werden de opbrengsten verlaagd om meer suiker te krijgen omdat er een tekort was aan blootstelling aan zonlicht. Vandaag de dag hebben we het tegenovergestelde probleem want we hebben een overschot. Tegelijkertijd is onze stijl van wijn maken veranderd want we maken riesling die droger is. Alle suikers worden dus alcohol. Daarbij vinden de consumenten 12-12.5% alcohol fijn om te hebben in witte wijnen. Door hogere rendementen te halen verlaat je het pluk moment en kan je koeler oogsten. Mijn aanbeveling is dan ook om hogere rendementen te oogsten maar dan tweemaal te oogsten. De eerste keer de hoog gepositioneerde druiven om een basiswijn of mousserende wijn te maken en dan heb je de helft van de druiven over waarbij je kan wachten, een maand of zoets, totdat deze echt rijp zijn.

8. In hoeverre verwacht u dat de natuur zich aanpast?

Wanneer er meer zonlicht en meer warmte is dan zullen er meer clusters zijn met druiven. Dus er is door de planten een reactie op klimaatverandering. Als er een tekort aan water is dan gaan de wortels dieper de bodem in. Dan moet een bodem wel doorlaatbaar zijn. Ik ben voorzichtig hiermee want voordat genen veranderen dat duurt een lange tijd, langer dan 20 jaar. Epigenetica gaat een stuk sneller natuurlijk. In algemene zin denk ik dat wij mensen ons kunnen aanpassen in

wijnbouwtechnieken. Ik denk ook dat er allemaal reacties zijn van de wijnplant op de klimaatverandering maar ik denk niet dat planten echt een strategie om aan klimaatverandering aan te passen. Met nieuwe klonen gaan we wel meer kijken naar druiven die beter tegen droogte kunnen. Er is nog te weinig onderzoek gedaan naar onderstokken. 60% van de variëteiten zijn geplant op de SO4 onderstok. Er zijn ongeveer 8 of 9 verschillende onderstokken in omloop in Duitsland. In Frankrijk zijn er onderstokken toegestaan waar een percentage *Vitis Vinifera* doorheen zit waardoor deze mogelijk iets minder resistent is voor phylloxera. In Duitsland zijn ze daar strenger op en daarom is deze verboden.

9. Past riesling over twintig jaar nog bij het Duitse klimaat?

Een jaar geleden had ik gezegd ja. Want we hebben de mogelijkheid om ons aan te passen en dingen te veranderen zoals de onderstok. Maar het laatste jaar heb ik riesling druiven gezien op zanderige bodems die letterlijk aan het doodgaan waren. Dit was in het jaar 2022. Riesling presteerde het zwakste van alle druiven onder deze condities van een zeer droge zomer en meer dan gemiddelde regenval in september. Chardonnay, pinot noir, pinot blanc deden het allemaal goed en maakte een kwaliteitsinhaalslag toen er wat water viel maar dat was voor riesling niet het geval. Ik denk niet dat in 2040 de wijngaarden die nu vol staan met riesling nog steeds vol geplant gaan worden met riesling omdat riesling altijd werd aangeplant op plekken waar er veel zon scheen en waar het warm was om zo de condities te creëren om riesling rijp te laten worden tot het eind van oktober. In 2040 zal riesling nog steeds in wijngaarden staan maar dan niet in de voorheen beste wijngaarden maar in later rijpende wijngaarden. Hoger gelegen, koelere en nattere bodems. 2040 zal riesling nog steeds een van de meest aangeplante druiven zijn maar niet in de warmere wijngaarden. Ook is esca steeds een groter probleem. Wijnstokken kunnen daarom niet meer zo oud worden. Wat hiertegen te doen is, is de wijnplant compleet afsnoeien en er een nieuwe druivenvariëteit op enten. Dan haal je alle esca uit de plant en kun je nog wel het oudere en diepgewortelde wortelsysteem gebruiken. Limiterende factor in Duitsland was dat je een warme stabiele temperatuur nodig hebt om te enten. De typiciteit van riesling zal niet zoveel veranderen. De laatste 20 jaar was de klimaatverandering ernstig maar de stijlverandering viel mee. Laatst heb ik een verticale proeverij georganiseerd 1998-2021 Kastanienbusch van Rebholz met slechts 3 ontbrekende jaargangen. Alle wijnen waren stabiel, en de stijl van de wijnen was nauwelijks veranderd. We zagen een steeds lager wordende hoeveelheid restzoet maar dat heeft niks te doen met klimaatverandering. Dat zijn keuzes die gemaakt worden in de wijnkelder. En we zagen dat Hans-Jörg het alcoholpercentage in elk jaar tussen de 12-13% heeft gehouden en daar nooit boven is gekomen. Hij heeft zich al aangepast aan het klimaat in die zin. Ik ben ervan overtuigd dat we ons kunnen aanpassen, bijvoorbeeld door zuren toe te voegen. En we kunnen ook aanpassen door de druiven zo te laten groeien dat we de

stijl kunnen behouden. Een grote stijlverandering was wel het weghalen van botrytis in wijnen. In sommige wijnen zit nog steeds een percentage botrytis druiven omdat producenten dan een wat rijkere, barokstijl willen. Als je een meer mineralere, elegante stijl wil dan moet je geen botrytis druiven gebruiken. Ik ben ervan overtuigd dat ik in 2040 nog een soortgelijke stijl riesling kan maken als nu.

- **Hans Reiner Schultz**

1. Wat is volgens u typisch aan een Duitse riesling?

De zuurgraad is de ruggengraat van een goede riesling. Deze was extreem hoog voor de klimaatverandering. We hebben voorbeelden van wijnen van dezelfde wijngaarden, 50 tot 60 jaar onderzocht, waar tot 1980 er gemiddeld 12 tot 14 gram zuur per liter in zat, ook in mooie jaren als 1976. Vanaf de jaren '80 is het aantal grammen zuur gehalveerd. We zitten nu op 7 tot 8 gram zuur per liter. Dat komt puur door de klimaatverandering want appelzuur reageert direct op temperatuur want het wordt afgebroken door temperatuur. Dat is een van de indicatoren dat laat zien dat klimaatverandering een rol speelt in verandering van de stijl van riesling. Suiker en zuurgraad is het makkelijkste om te correleren aan klimaatverandering. Met de smaak is dat minder eenvoudig. Er zijn aroma's die positief reageren op drogere condities. Met temperatuur is dat lastiger. Terpenen worden bevorderd door droge condities. Andere stoffen zoals tropische aroma's zoals norisprenoiden reageren tegenovergesteld. Deze hebben wat meer water nodig. Riesling is gebaseerd op deze beide aromatypen. De balans tussen deze twee aromastoffen kan veranderen door klimaatverandering.

1.1 Zijn er grote verschillen in typiciteit van riesling tussen de verschillende gebieden?

Ja, de petroleum geur van riesling, die hoort bij gerijpte riesling, die reageert op de pH-waarde van de bodem. Zure bodems geven sneller dit aroma. In de Mosel heb je veel zuren bodems dus dan krijg je sneller TDN. Riesling op een kalkrijke bodem daar heb je dat minder. Het is nog niet helemaal bekend waarom dit zo werkt. Er wordt nog een hoop onderzoek naar gedaan. We weten nog niet waarom de plant deze stof aanmaakt. Er zou een reden voor moeten zijn. Er zijn maar een paar druiven die deze stof aanmaken, en geen enkele in de concentratie waarop riesling dat doet. Het reageert erg sterk op temperatuur en licht op het moment dat de druiven aan het rijpen zijn. De gistculturen kunnen ook van invloed zijn op de waarneembare TDN evenals de rieslingkloon. Carotenoiden zijn de voorlopers van TDN.

2. Welke terroir aspecten -klimaat, bodem en het menselijk handelen op dat stuk grond- hebben daar de meeste invloed op?

2.1 Welke aspecten van klimaat zijn volgens u het belangrijkste?

Warmere gebieden hebben meer TDN. Een Australische riesling van de Claire Valley heeft een 10 maal hogere concentratie aan TDN dan een riesling uit Duitsland of Tasmanië. Dus er is een directe link met deze stof en de temperatuur en zonnestraling. Dus de typiciteit wordt beïnvloed door de regio, en niet alleen door de bodem.

2.3 Welke aspecten van het menselijk handelen zijn volgens u het belangrijkste?

Als je de fruitzone ontbladert, en de druiven wat meer lucht geeft. Dat zorgt ervoor dat je een lagere botrytisdruk krijgt. Bladerdakmanagement is dus erg belangrijk. Ook de onderstok is belangrijk. Deze bepaalt de groeikracht en de droogteresistentie. Het is wel lastiger om precies aan te wijzen wat een effect heeft. Geleidingsmethoden kunnen ook de aromasamenstelling beïnvloeden. Omdat het microklimaat in de fruitzone daarmee verandert.

3. Hoe ziet klimaatverandering in Duitsland er nu en de komende 20 jaar uit?

Een simpele component om te beschrijven of een druif past bij een bepaald gebied is door de gemiddelde temperaturen tussen april en oktober op het noordelijkhalfrond of oktober tot april op het zuidelijkhalfrond te bepalen. 120 jaar geleden, en zover kunnen wij in Geisenheim terugkijken want we hebben gegevens tot 1882, was het 14 graden gemiddeld. Vanaf de jaren '80 is dat toegenomen tot een stabiele 16-16,5 graden. Dat is dus al twee graden opwarming. Een jaar als 2018 zitten we op 18 graden Celsius en in 2022 daar net iets onder. 18 graden is het equivalent van wat we in Bordeaux hadden tussen 1995-2000. Of het equivalent van Adelaide Hills in Australië tussen 2000-2005. En ook vergelijkbaar met Santiago de Chili. In vergelijking met Santiago en Adelaide heeft Duitsland in de zomer 3,5 uur meer zon door de breedtegraad waarop we ons begeven. Dit laat zien dat een jaar als 2018 een kijk is in de toekomst. De modellen die we rond 2000 gebruikten om de condities te simuleren voor de Rheingau voor 2050 gingen we ervan uit dat de gemiddelde temperatuur 18 graden zou zijn. Dus het is al 2 tot 3 graden warmer dan in de jaren '80. De tweede observatie is nog beangstigender want als je kijkt naar de 2018, 2019 en 2020 welke allemaal erg warm waren. En toch is er goede riesling gemaakt. Echter, wat er gebeurt is dat de toename aan temperatuur ook een toename aan evapotranspiratie veroorzaakt. De trend van de laatste 70 jaar is het model van het IPCC RCP6.3 aan het volgen, en dat is het op een na slechtste scenario waar rekening mee werd gehouden. Het gaat veel sneller en sterker dan gedacht. De verwachting is dat de regenval in de zomer iets lager zal zijn en iets meer in de winter. Echter is daar tot nu toe nog niet duidelijk iets van te zien. Maar elke graad temperatuurstijging betekent 7% meer evapotranspiratie. Met dezelfde hoeveelheid neerslag heb je dus alsnog drogere condities.

5. Wat voor verschillen zijn er zichtbaar tussen de Duitse wijnbouw gebieden?

Het is lastig te zeggen. De Mosel heeft minder neerslag dan een hoop regio's in Baden. De temperatuurstijging in zuid-Baden is hoger dan in Geisenheim. De regio die het meest getroffen is door droogte zijn de in het oosten gelegen wijnbouwregio's zoals bij de Elbe en bij Sachsen. Deze hadden al zeer lage neerslag per jaar. Zij voelen kleine verandering relatief snel. Ook zijn er fluctuaties tussen jaargangen. Er is ook een verschil in zonnestraling. We weten niet zeker of dit gerelateerd is aan klimaatverandering. Vanaf de tweede wereldoorlog tot aan de jaren '80 was een periode die we de 'global-dimming' noemen. We hadden toen minder zonnestraling door vervuiling

van de lucht. Tijdens begin jaren '80 werden er filtersystemen toegepast op de industrie die het aantal aerosolen omlaagbracht. De periode op dit moment heet 'global-brightning' vanwege de toename aan zonnestraling. De persoon die het ozonlaag gat ontdekte en daar de Nobelprijs voor kreeg, deed de suggestie om meer aerosolen in de atmosfeer te pompen om ervoor te zorgen dat er minder zonlicht de aarde zou bereiken. Ieder ander persoon zou zijn neergeschoten met zo een uitspraak, maar hij kon het maken.

6. Op wat voor manier speelt de bodemkleur, -structuur en dichtheid een rol bij de veerkracht van Duitse wijngebieden?

De structuur van de bodem speelt een rol bij de veerkracht van elke individuele wijngaard. Een grote uitdaging is meer koolstof in de bodem krijgen, meer organisch materiaal. Zo creëer je meer veerkracht. Als je de 'carbon-content' verhoogt met 1% betekent dat je dat je door meer micro-organismen een gezondere bodem hebt en tegelijkertijd dat je meer water kunt vasthouden. Dat is een manier om de watervasthoudcapaciteit te bevorderen. Het is op dit moment al zo dat de steile hellingen van de Mosel met hele stenige wijngaarden of de Ahr of delen van de Rheingau waar het echt steil is, sneller opwarmen. Het was vroeger een voordeel omdat het warmere wijngaarden waren. Dit is nu aan het veranderen want bodems die een betere watervasthoudcapaciteit hebben kunnen de warme en droge jaren zoals 2022 beter aan dan de droge wijngaarden. Ik heb een voorbeeld van een wijngaard in Rheingau, in Rudesheim, op oude terrassen met oude stokken, maar het heeft afgelopen jaar al z'n bladeren verloren en daarna kwam er een nieuwe uitloop van de stokken in oktober. Ik heb dit nog nooit in het echt gezien, maar kiemrust is in de winter normaal gesproken door koude temperaturen. Je hebt maar een relatief korte periode nodig van kiemrust met koude periode en daarna als het weer warmer wordt dan kan je budbreak hebben. Wat hier gebeurde was dat er kiemrust optrad door extreme droogte. Dit is bekend van proeven. Als je experimenten wil doen met wijnstokken in potten en je wil 2 cycli hebben in een seizoen dan laat je de pot uitdrogen, dan vallen de bladeren af en daarna ga je weer water geven en dan begint een tweede cyclus. Maar ik had dit nog nooit in het echt zien gebeuren. In dit geval waren alle bladeren er afgevallen door extreme droogte al rond augustus. De uitloop van de stokken is in de winter weer doodgegaan. Dit is een gevaar van klimaatverandering. Zolang er nog bladeren aan de wijnstok zitten kan dit niet gebeuren. In Australië blijven ze om deze reden irrigeren zelfs na de oogst. Om dit te voorkomen. De consequenties als dit gebeurt op een grotere schaal zijn de consequenties vooral voor de rendementen. Of het de kwaliteit beïnvloed weten we niet. Wat betreft het albedo-effect van de bodem: dat is een publicatie die wij hebben gedaan. We hadden riesling en pinot noir wijngaarden in dezelfde wijngaard hebben we een laag kalk van 1cm aangelegd, een deel van de wijngaard met roodgekleurde klei zoals in de Roter Hang, en een deel

van de wijngaard met schist en leisteen uit de Mosel. We hebben de bodem en lucht temperatuur gemeten op verschillende hoogten. We vonden uit dat de reflecterende bodems dit wit waren de druiventemperatuur best aardig verhoogde. Op een witte en rode bodem heb je een grotere distributie aan reflecterende frequenties aan zonnestraling welke een rol spelen bij de controle van sommige enzymen in de druif. En natuurlijk heeft de donkere bodem een hogere temperatuur van de bodem en daar vlak boven. Maar een stuk lagere fruit temperatuur want er was geen reflectie. Dus de zuurgraad van de druiven boven de leisteenbodem was hoger. In de toekomst kunnen donkere bodems een klein voordeel hebben. Maar een groter effect kun je hebben door je fruit hoger te laten groeien. Wel zul je op hogere hoogte van het fruit een minder groot contrast hebben tussen dag en nacht temperatuur. Het is erg lastig om iets te zeggen over de CEC. Ik denk niet dat iemand een echt antwoord heeft op het effect van de CEC op de kwaliteit. Het heeft niet alleen te maken met de bodem, maar ook met water en de bodemtemperatuur.

7. Op welke manier kunnen wijnboeren zich aanpassen aan het veranderende klimaat?

Landbouw in algemene zin is geen koraalrif. We hebben veel manieren om te reageren. Je kan bijvoorbeeld bodembedekkers gebruiken. De onderstok kan je kiezen die beter tegen droogte kunnen bijvoorbeeld. Deze komen relatief weinig voor in Duitsland en komen uit zuid-Italië of Frankrijk. Deze hebben meer *Vitis Rupestris* in zich. Je kan de geleidingsmethode veranderen. Ook kan je de rijen wijnstokken anders neerzetten. Normaal plant je ze op het zuiden aan. Dan heb je ochtendzon aan de oostkant en avondzon aan de westkant. Echter is de avondzon veel warmer. Als je je rijen iets meer op het westen zet, 41 of 42 graden ipv 90 graden zuid. Dan zorg je voor meer zon in de ochtend maar krijg je aan de westkant lagere temperaturen in de middag. Je balanceert de temperatuur alleen maar door de rijrichting te veranderen. Je kan ook de rijen op oost-west aanplanten. Dan hebben de rijen achter altijd schaduw van de rijen ervoor. Ook heeft deze manier van wijngaard indelen een lagere waterconsumptie. Maar tijdens de oogst rond begin september tot oktober verandert dat. Dan heb je minder waterconsumptie van noord-zuid in vergelijking met oost-west. Dat komt neer op verlaging van de botrytisdruk bij oost-west rijen.

8. In hoeverre verwacht u dat de natuur zich aanpast?

Er kan een aanpassing zijn in de epigenetica van de druivenstok. Die kan reageren op klimatologische veranderingen. Al zal dit nooit van het ene op het andere jaar zijn. We hebben hier een onderzoek sinds 2006 waar we conventionele productie vergelijken met biologisch en biodynamisch. Op een heel wetenschappelijke manier. En wat we zien in warme en droge jaren als 2018, 2019, 2020 en 2022 is dat biologisch en biodynamisch geen verschillen hadden in rendement en zelfs iets hoger dan conventioneel. In algemene zin hebben biologisch en biodynamisch verbouwde wijngaarden 20-25% minder oogst. Maar we denken dat de veerkracht bij biologisch

en biodynamische wijngaarden hoger is. We kunnen niet precies aanwijzen waar dat door komt. Maar de observatie is dat de afgelopen 5 jaar waarvan er 4 extreem waren is dat biologisch en biodynamisch verbouwde wijngaarden beter presteerden dan conventionele wijngaarden.

9. Past riesling over twintig jaar nog bij het Duitse klimaat?

Absoluut. De wijngaard waar ik over vertelde waar de bladeren bij uitvielen daar plantten we 20 verschillende rieslingklonen in dezelfde wijngaard. In die wijngaard hebben we 6 verschillende onderstokken. Biodiversiteit is niet alleen rondom de wijngaard maar ook de wijngaard zelfs. Dit draagt bij aan meer weerstand. Vroeger had had niemand 1 druivensoort in de wijngaard. Je had altijd 3, 4 of 5 verschillende druiven in de wijngaard. In Wenen heb je de gemischter satz wat een beschermde appellation is. Hier gebruik je 4 of 5 druivensoorten die je in dezelfde wijngaard plant. In de middeleeuwen was dit zeer gebruikelijk. Niet omdat ze het verschil niet wisten tussen de druiven maar omdat ze de verschillende aspecten van de druiven wilden in hun wijn en ze wilden de verzekering dat als er een druivensoort het niet deed dat je nog 3 of 4 anderen had. In CDP heb je 13 verschillende druivensoorten omdat je dan de pH kan aanpassen, de kleur stabiliseren. Dit is dus ook voor het product veel stabiel. Dit kan je dus ook doen met klonen die allemaal iets anders toevoegen. 2018 en 2022 waren erg droog en warm, zoals we verwachten in 2050. Als je aandacht besteed aan de zuurgraad, de dag van oogsten, de bodem, dan zijn de druivensoorten veerkrachtig. Riesling is niet in gevaar. Druiven zoals silvaner en bacchus zijn gevoeliger voor klimaatverandering. Als je naar onze website gaat zie je een kleine video van een experiment met klimaatsimulatie in de wijngaard waar we het CO₂-gehalte nabootsen van 2050. Dat systeem hebben we vanaf 2014-2015. We plantten riesling aan en cabernet-sauvignon. Die laatste niet omdat we dachten dat de Rheingau het nieuwe cabernet sauvignon gebied gaat worden. Maar het systeem is zo kostbaar dat we ook wetenschappers wilden aantrekken van buiten Duitsland en die zijn normaal gesproken meer geïnteresseerd in cabernet sauvignon. Door het CO₂-gehalte na te bootsen van 2050 wordt de groei beïnvloed, de waterconsumptie en ook de fruitstructuur. Van elke druivensoort wordt de structuur anders beïnvloed. Bij riesling krijg je een langere tros en meer gewicht en de ratio fruit en gewicht blijft hetzelfde dus er is geen verlies aan aroma's. Dit kan ervoor zorgen dat er een hogere botrytisdruk komt. Sommige wijnen zoals kabinett en eiswein worden lastiger in Duitsland. Kabinett wordt moeilijk maar er zijn manieren om de rijpheid te vertragen. We komen van een historie van een koel klimaat waardoor de Duitse wijnwet is gebaseerd op suikerconcentratie. Alles is er ook op gericht om deze te verhogen en niet om te verlagen. Vandaag is het anders. Wij gebruiken ontbladering alleen boven in het bladerdak, niet bij de fruitzone om zo ook de rijping te vertragen. Dit kan je vaak doen. Je kan ook dubbel snoeien waardoor de budbreak en rijping vertraagd wordt. Je kan ook geleidingsmethodes veranderen om

de rijping te vertragen en dan kan er nog kabinet gemaakt worden. De geleidingsmethodes hebben daar invloed op door bijvoorbeeld een systeem te hebben waar je minimaal snoeit. Dit kan 10-14 dagen vertragen. Ik denk dat er veel manieren zijn om aan te passen.

- **Kees van Leeuwen**

1. Wat is volgens u typisch aan een Duitse riesling?

Ik ben geen expert in Duitse riesling. Meer in rode wijn, Spaans, Frans en Italiaans. Dus de vraag is lastig te beantwoorden want ik proef Duitse wijn zeer zelden.

1.1 - Is de ligging van de wijngaarden van invloed op de typiciteit?

Ik heb recent een artikel gepubliceerd over het effect van terroirfactoren op aroma's. Voor mij zijn de belangrijkste terroirfactoren klimaat en bodem. Die kan je ontleden. Bij klimaat zijn dat temperatuur, zonnestraling en waterhuishouding. De ligging beïnvloedt dan weer de temperatuur en de straling en dat zijn de factoren die relevant zijn. In een koel gebied als de Mosel is de zuid ligging veel belangrijker dan in gebieden waar het minder beperkend is. Dus in de Mosel kan je op een plat stuk riesling slecht rijp krijgen en op de zuidhelling wel. Dat noemen we het topoklimaat, klimaat gerelateerd aan de topografie. Dat beïnvloedt gewoon het klimaat. Wijngaarden op het zuiden krijgen net wat meer energie, temperatuur en zonneschijn.

2. Welke terroir aspecten -klimaat, bodem en het menselijk handelen op dat stuk grond- hebben daar de meeste invloed op?

2.1 Welke aspecten van klimaat zijn volgens u het belangrijkste?

Temperatuur, zonnestraling en waterhuishouding beïnvloeden rechtstreeks de samenstelling van de druif. Zowel de metabolieten die in grote hoeveelheden aanwezig zijn zoals suikers en organische zuren alsook de aroma's. Dus temperatuur, zonnestraling en zonnestraling hebben invloed op de aromacomponenten. Elke druivensoort heeft weer z'n eigen specifieke aroma's. Niet alle aroma's zijn bekend. Bij riesling zijn het vooral thiolen en terpenen. Bij riesling heb je ook nog een risico op aminoacetophenone, atypical ageing, wat een met een bepaalde temperatuur en zonnestraling kan vormen in riesling waardoor deze snel oud wordt en naar mottenballen gaat ruiken. Het stofje auxine is een plantenhormoon en aminoacetophenone is een stofje dat zeer dicht bij auxine staat. Ik heb zelf niet precies bestudeerd wat die relatie is tussen die twee. Een hogere temperatuur en meer zonnestraling verhogen de kans op aminoacetophenone.

2.2 Welke aspecten van de bodem zijn volgens u het belangrijkste?

Belangrijkste aspecten voor mij zijn de waterhuishouding en de stikstof. Voor thiolen bijvoorbeeld zorgt een klein tekort voor een toename aan het aantal thiolen in de druiven maar teveel watergebrek vermindert dat weer. Er is dus een bepaald optimum. Voor stikstof geldt dat er niet te weinig aanwezig moet zijn want te weinig stikstof geeft minder thiolen en een groter risico op aminoacetophenone.

2.3 Welke aspecten van het menselijk handelen zijn volgens u het belangrijkste?

Je kan bepaalde dingen compenseren met het menselijk handelen. Hoge temperaturen en veel straling zijn niet goed voor riesling. Dan heb je meer risico op atypical ageing. Dat kan je voorkomen door een bepaalde manier van opbinden. Door de druiven meer schaduw te geven of de stokken wat hoger te maken zodat ze wat hoger van de grond zijn. Met management kan je bepaalde zaken sturen en corrigeren. Als het te koel is om druiven rijp te krijgen kan je ze dicht bij de grond laten hangen en vice versa. Het kost nauwelijks meer water om druiven hoger te laten hangen.

3. Hoe ziet klimaatverandering in Duitsland er nu en de komende 20 jaar uit?

In Bordeaux is de temperatuur meer gestegen dan gemiddeld. We zitten dicht tegen de +2 graden Celsius aan de afgelopen 70 jaar. 2022 was het warmste jaar dat er ooit is geweest. Of het droger wordt is niet helemaal duidelijk. Er valt niet minder regen maar er is wel meer verdamping. Aan de andere kant is het groeiseizoen korter, en dat vermindert dat weer. De druif wordt eerder rijp dus er is minder dagen dat er water kan verdampen waardoor er minder risico is op waterstress. We hebben het idee dat druiven wel iets meer waterstress hebben dan vroeger maar het is niet helemaal duidelijk. Dat de temperatuur omhooggaat is wel duidelijk. Verschillen in neerslag zijn heel erg regionaal en seizoensgebonden dus het is lastig om daar in algemene zin iets van te zeggen. De voorspellingen in temperatuur zijn betrouwbaarder dan die van de neerslag. Of de zonnestraling verandert is niet helemaal duidelijk maar geen grote veranderingen.

4. Wat is het effect van klimaatverandering op Duitse riesling tot nu toe?

X

5. Wat voor verschillen zijn er zichtbaar tussen de Duitse wijnbouw gebieden?

X

6. Op wat voor manier speelt de bodemkleur, -structuur en dichtheid een rol bij de veerkracht van Duitse wijngebieden?

Over het albedo effect is niet veel gepubliceerd. Ik denk niet dat het een doorslaggevende factor is maar het kan wel een marginaal effect hebben. Een donkere bodem warmt meer op, een lichte bodem geeft meer straling en licht aan de druiven. Dus het kan wel een effect hebben. Ik denk niet heel veel maar het is absoluut de moeite waard om te bestuderen. Kationenuitwisselcapaciteit die speelt mee met de vruchtbaarheid van de bodem maar is absoluut niet het belangrijkste factor voor druiven dat zijn water en stikstof. Voor mij niet de belangrijkste factor. Bijvoorbeeld op een zware kleibodem met hoge kationenuitwisselcapaciteit, maar met andere beperkende factoren zoals stikstof en watertekort en dan is de groeikracht van de wijnstok zeker niet krachtig. Voor mij een secundaire factor. De kationenuitwisselcapaciteit is een buffercapaciteit. Het speelt een rol in de beschikbaarheid van magnesium en kalium. Zo lang er niet een heel groot tekort is aan die twee

heeft het geen grote invloed op de samenstelling van de druif. Bij een groot gebrek krijg je wel symptomen van tekorten. Het is niet goed als de bladeren verkleuren als ze te kort hebben. Bij een teveel aan kalium kan het een invloed hebben op de pH-waarde van de wijn. Ik zeg niet dat het helemaal geen effect heeft maar er zijn zoveel verschillende factoren die meespelen dat het belangrijk is een hiërarchie te maken. Als je de hoeveelheid magnesium en kalium vergelijkt met stikstof dan is stikstof 100 keer belangrijker. Dat betekent niet dat het geen rol heeft. De kationenuitwisselcapaciteit en de watervasthoudcapaciteit houden beide samen met de hoeveelheid klei in de bodem. Hoe meer klei des te beter de kationenuitwisselcapaciteit en de watervasthoudcapaciteit echter is er geen direct verband tussen de kationenuitwisselcapaciteit en de watervasthoudcapaciteit. De kationenuitwisselcapaciteit houdt geen water vast. Een gemeenschappelijke factor zorgt ervoor dat ze allebei omhooggaan. Als je meer dan 40-50% klei in de bodem hebt houd je wel goed water vast maar is het water niet goed opneembaar. Dan kan je dus een hoge kationenuitwisselcapaciteit hebben en een lage hoeveelheid beschikbaar water. Voor de kwaliteit van wijn is het belangrijk dat er een beetje watertekort is. Te veel water beschikbaar is niet goed voor de kwaliteit. Voor rode wijn moet er wat meer water tekort zijn dan voor witte wijn. De beschikbaarheid van water hangt samen met klimaat en de manier waarop de bodem water vasthoudt. In een nat klimaat is het een voordeel als een bodem niet veel water vasthoudt en andersom. Als de IPCC-prognoses uitkomen en Duitsland wordt in de zomer droger dan verliezen de stenige bodems in de toekomst hun voordeel maar dat hangt er wel vanaf of het voor rode of witte wijn is. Voor rood is er op dit moment geen risico dat er een dusdanig water tekort komt dat het niet meer mogelijk is om goede rode wijn te produceren. Misschien dat er daarom een aanpassing komt dat er meer rood verbouwd gaan worden dan wit. Het effect van watertekort op de kwaliteit van späburgunder hangt meer samen met het effect van watertekort op de grootte van de druif. Druiven worden kleiner bij een groter watertekort. Deze bevatten dan meer fenolen en tannine, meer kleurstof en dat is goed voor de kwaliteit. Alleen bij hoge stress kan de fotosynthese minder worden waardoor de suikeropbouw in de druif geblokkeerd kan worden maar dat risico is niet groot in Duitsland. Boeren hebben vaak de indruk dat dit wel gebeurt maar als je de data bekijkt blijkt het vaak wel mee te vallen. Boeren zijn heel bang voor watertekort, dat is overal zo. Het is niet helemaal goed te verklaren. Maar zodra het droog is roepen de boeren dat het moet gaan regenen en dat het te droog is maar uiteindelijk valt het altijd mee. Het is een psychologische factor.

7. Op welke manier kunnen wijnboeren zich aanpassen aan het veranderende klimaat?

X

8. In hoeverre verwacht u dat de natuur zich aanpast?

Dat is inderdaad een vraag waar niet makkelijk antwoord op te geven is. Wat je kan meten aan een wijnstok zoals suiker, grootte van de druif en de snelheid van het groeien is wat we het fenotype noemen en dat wordt bepaald door het genotype en de omgevingsfactoren. In dit geval bodem en klimaat. Het genotype verandert niet door het klimaat, dat is Darwin-genetica. Er is een kleine nuance in. Er is een nieuwe wetenschap die heet de epigenetica. Deze epigenetica lijkt er toch wel op dat planten zich een klein beetje kunnen aanpassen aan veranderende omstandigheden. Niet hun genen veranderen maar die epigenetica zijn dingen die op de genen zitten en die zorgen ervoor dat bepaalde genen in een bepaalde context wel tot uiting komen en op andere momenten niet. Dat is een vrije nieuwe wetenschappelijke discipline dus het is nog niet helemaal duidelijk in hoeverre dit speelt. Het idee is dat als je tomaten altijd droog verbouwt dat ze na 10 generaties beter resistent zijn tegen droogte. 20 jaar geleden hadden we gezegd dat is onzin maar dat begint nu te veranderen. De genen veranderen niet maar of genen aan of uitgaan heeft te maken met die epigenetica. Bij de wijnstok speelt dit niet omdat de wijnstok gepropageerd worden met stekjes en niet met pitten. Hoe de epigenetica met stekjes ook invloed kan hebben, misschien een klein beetje, maar ik denk niet dat planten zich heel erg aanpassen. Er zitten wel dingen in het genetisch programma om zich te beschermen op korte termijn. Als je druiven ontbladert in een vroeg stadium dan kunnen ze beter tegen zonnestraling laat in het seizoen. Dat zijn bepaalde pigmenten die zich vormen en de druif beschermen. Er zijn een heleboel dingen nog slecht bekend. Bijvoorbeeld hoe de microbiologie van de bodem samenwerkt met de wortels van de planten. Dat is een tak van wetenschap waarin een hele hoop nieuwe dingen gepubliceerd worden. Met genetic sequencing kunnen we steeds beter de micro-organismen identificeren. We weten nog niet hoe ze werken en of ze invloed hebben. Hier gaat in de komende tijd veel over gepubliceerd worden. Tot nu toe, de afgelopen jaren, bijna alle publicaties van de microbiologie van de bodem zijn beschrijvend. Maar waar het eigenlijk om gaat is hoe ze werken. Dat onderzoek staat nog in de kinderschoenen.

9. Past riesling over twintig jaar nog bij het Duitse klimaat?

Dat denk ik wel want riesling is een relatief laat rijpende druivensoort ten aanzien van het klimaat. In de meeste wijnstreken hebben wijnboeren druivensoorten gekozen waarin de druiven in het lokale klimaat eind september rijp worden. Dan weet je zeker dat ze rijp worden, is het niet te warm, rijpen ze in de koele omstandigheden en dan krijg je een uitgebalanceerde wijn. Er zijn een paar streken zoals in de Loire cabernet franc en chenin blanc en in Duitsland met de riesling waar boeren een druivensoort hebben gekozen die relatief laat rijpend is voor hun klimaat. Net zoals de cabernet sauvignon in Bordeaux, die werd historisch nooit goed rijp behalve op specifieke plekken in de Medoc en dan alsnog rond 10 oktober. Die gebieden die historisch een heel laat rijpende druivensoort hadden ten aanzien van de lokale klimatologische omstandigheden die hebben een

voordeel want die worden nu eindelijk een beetje redelijk rijp. Dus ik denk dat Duitsland met riesling relatief in het voordeel is. Zoals in Bordeaux de Merlot het veel sneller moeilijk zal krijgen dan cabernet sauvignon. In de Languedoc zal de syrah het veel moeilijker krijgen dan carignan of de grenache. Dus ik denk dat er toekomst is, zeker tot 2050 voor riesling in Duitsland. Als de oogst van riesling voor 10 september zal plaatsvinden dan rijpt riesling in warmere omstandigheden en dat kan invloed hebben op de suiker zuur balans en ook op de aroma's. Hoe vroeger ze rijpen, des te meer ze rijpen in een warm deel van het seizoen. Als de temperatuur 1 graad omhooggaat dan gaat de rijping een week naar voren. En tijdens die rijpingsperiode is het eigenlijk 2 graden warmer. Want die graad temperatuurstijging kan je optellen bij het feit dat we meer naar augustus verplaatsen waar het al warmer is. Dat is het risico dat als riesling voor 10 september gaat rijpen dat niet alleen het klimaat warmer wordt maar ook nog geoogst wordt in een warmer seizoen. Als er tussen 1 en 10 september geoogst wordt dat gaat nog wel maar als jouw modellen laten zien dat riesling systematisch in augustus geoogst worden dan is het afgelopen voor kwaliteitswijn. Zolang riesling na 10 september rijp wordt is alles oke. Tussen 1 en 10 september kan je aanpassen met hogere stammen, meer blad laten, meer groeikracht in de stokken, bladerdak-fruit ratio aanpassen. Je kan dan met goed management corrigeren maar systematisch voor september dan moet je onderzoek gaan naar een andere druivensoort. Als het slechts in enkele jaren gebeurt kan je riesling laten staan maar is het niet in elk jaar even goed.

- **Matthias Aldinger**

1. Wat is volgens u typisch aan een Duitse riesling uit gebied X?

In Württemberg hebben we altijd een gebufferde zuurgraad door onze gips bodem. Om het tot een elegante riesling te laten komen werken we met whole bunch pressing. We hebben niet echt het fruitige karakter zoals de Pfalz met zandsteenbodem. Onze bodems zijn zwaarder en op de gipsbodems krijg je de directe mineraliteit maar met minder fruit. Ik weet niet zeker of de buffering van de zuren komt door het calcium, misschien is het ook wel de temperatuur en de handelingen in de wijngaard. Württemberg heeft altijd minder zuren maar het komt ook doordat er blad wordt weggehaald en de druiven vaak worden ontsteeld. In onze Württemberg riesling kabinetten hebben we altijd een mooie hoge zuurgraad omdat we whole bunch doen en niet helemaal tot het einde persen. Wat ik bedoel met de bufferende gipsbodem is dat de aroma's van bloemen en fruit wat worden onderdrukt.

2. Welke terroir aspecten -klimaat, bodem en het menselijk handelen op dat stuk grond- hebben daar de meeste invloed op?

2.1 Welke aspecten van klimaat zijn volgens u het belangrijkste?

Klimaat is het belangrijkste voor riesling. In Australië of Zuid-Afrika maken ze ook riesling maar de mooiste rieslings zijn van Oostenrijk en Duitsland en dat heeft alles met het klimaat te maken. De bodem geeft meer de typiciteit in de riesling maar het klimaat geeft de finesse en de zuren.

2.2 Welke aspecten van de bodem zijn volgens u het belangrijkste?

De bodem en de wijngaard geven een andere stijl riesling. De Pulvermächer wijngaard of de Lämmeler of de Gips geven allemaal andere type riesling. Lämmeler is het meest fruitig en de Gips met gipskeuper bodem geeft meer mineraliteit en minder fruit. De vinificatie in de kelder is precies hetzelfde. Ik kan niet precies verklaren hoe dat komt. Onze Trollinger rosé op topniveau laat ook de bodem zien. Het maakt niet uit welk druivenras er in een wijngaard staat, de bodem komt er altijd in terug.

2.3 Welke aspecten van het menselijk handelen zijn volgens u het belangrijkste?

Om een elegante mineraal gedreven stijl riesling te maken halen we nu minder blad weg. We komen van een periode van 2000-2015 dat we een hoop bladverwijdering moesten doen om onze druiven gezond te houden en een goede suikerhoeveelheid te krijgen. Maar met deze handelingen maak je de zuren kapot. En zonder zuren heb je andere aroma's. Met meer zon krijg je meer petroleum aroma's. Dit hebben we de laatste 8 jaar geleerd.

3. Hoe ziet klimaatverandering in Duitsland er nu en de komende 20 jaar uit in gebied X?

2021 was een jaar wat in de laatste 10-15 jaar ongebruikelijk was. Maar verder in het verleden was dit normaal. We hadden een koel klimaat en regen, oogst eind september tot en met eind oktober

en dat is niet normaal meer. Het is totaal veranderd. We hebben een vroege uitloop van de knoppen, een warme lente en vaak een warme droge zomer. Eind augustus beginnen we nu met de oogst. Voor riesling is dat halverwege september. Het wordt steeds iets eerder. We beginnen met druiven voor mousserend, daarna pinot noir en chardonnay voor stille wijn, daarna sauvignon blanc en daarna riesling. Van de witte druiven is riesling de laatste bij ons. Deze wordt tegelijkertijd geoogst met de lemlberger.

4. Wat is het effect van klimaatverandering op jouw riesling tot nu toe?

Het gaat nog warmer worden. Onze Untertürkheimer Gips is onze warmste wijngaard. In de komende 20 jaar wordt het lastiger om daar riesling aan te planten. We moeten wellicht daar andere druiven aanplanten. Het wordt misschien te warm voor riesling in die wijngaard. In de warme jaren hebben we te weinig zuren waardoor we een andere stijl riesling krijgen. 2022 was warm en droog maar tijdens de oogst hadden we wat regen en koele temperaturen en daardoor hadden we een late oogst en niet veel suiker in de druiven. 2015, 2018, 2019 en 2020 waren de jaren dat het warm was met een vroege oogst. Tijdens het rijpen lopen de zuren terug. Dat is typisch voor Duitsland dat in het rijpingsseizoen de temperatuur laag is waardoor je een hoge en mooie zuurgraad hebt. In Frankrijk en Italië heb je altijd wat warmere temperaturen tijdens de oogst. Wij hebben dan koud weer, soms heb je zelfs handschoenen nodig omdat de druiven zo koud zijn. Zo houd je zuren. Als het warm is gaan de appelzuren weg. De regenval is ook een probleem in de toekomst. Mijn gevoel is dat riesling meer regen nodig heeft dan andere druivenrassen. Pinot noir en chardonnay hebben ook baat bij goede zuren maar hebben iets minder water nodig. Als riesling niet genoeg water heeft dan heeft de wijn de eerste 2 jaar niet zoveel last maar riesling oudert eerder in een warm en droog jaar. Bij een warm jaar kan je riesling eerder plukken maar dan hangt de druif korter aan de stok en dan heb je wel zuren maar geen diepgang. Ik denk dat de klimaatverandering in heel Duitsland wel hetzelfde is alleen de Mosel is koeler dan het zuiden van Duitsland dus ik denk dat het de komende 100 jaar in de Mosel langer mogelijk zal zijn om riesling te verbouwen al zal de stijl wel veranderen. In Württemberg houden we ook wel de mogelijkheid maar we moeten nadenken over totaal andere wijngaarden waar nu alleen nog appelbomen staan. Vlak bij het bos, noordelijke hellingen.

5. Op wat voor manier speelt de bodemkleur, -structuur en dichtheid een rol bij de veerkracht van Duitse wijngebieden?

Ja ik geloof dat de bodem effect heeft. Je kan de aan de stenen op een helling direct zien of een stuk grond geschikt is voor wijn en zelfs voor welke druivensoort. Ik kan niet precies uitleggen hoe dat zit. Ik denk dat de kleur van de bodem belangrijk is voor de aroma's in druiven. Witte bodems hebben we op onze Gips wijngaarden. In onze mergel wijngaarden hebben we ijzer in de bodem wat zorgt voor een fruit karakter in wijn. Soms zijn onze stenen groen en geel. En ik denk dat dat

een totaal ander karakter geeft. In de Ahr bijvoorbeeld zijn de spatburgunders compleet anders dan die van het zuiden van Duitsland. In Oostenrijk is het met blaufränkisch ook verschillend of het van kalk of schiefer komt. Het is niet alleen dat donkere stenen meer opgewarmd worden door de zon maar het heeft ook te maken met de wortels die in dat gesteente zitten. De pH-waarde van de bodem is ook van belang. Als de wortels in de bodem zitten willen ze water. En ik denk dat de wortels negatief zijn en wanneer de bodem een hoge pH-waarde heeft dan kan er meer water opgenomen worden. Bij een lage pH-waarde is het moeilijker. Het zorgt ook voor een andere mineraalopname. Het water in de verschillende bodems proeft ook anders. Ook aardbeien en tomaten krijgen een andere smaak afhankelijk van het irrigatiewater dat je gebruikt.

6. Op welke manier denk jij je te kunnen aanpassen aan het veranderende klimaat?

Naast verplaatsen naar andere wijngaarden en minder blad weghalen is het belangrijk dat we genoeg humus in de bodem hebben. We moeten de humus terugbrengen naar de wijngaard. We gebruiken de resten van onze druiven, we gebruiken paardenmest en we hebben hout en daar maken we een mix van wat we een jaar bewaren en dan voegen we dat toe aan de wijngaard. Het water blijft dan beter in de wijngaard waardoor de wijngaard koeler blijft. Een bodem zonder humus droogt uit. Dit is belangrijk tegen klimaatverandering. Vroeger dachten we dat in een drogere periode het belangrijk was het gras tussen de wijngaarden kort te maaien omdat we bang waren voor concurrentie voor de wijnstok. Nu zien we de bodembedekkers juist als een mogelijkheid om dauw vast te houden en in de bodem te brengen. En schaduw is heel belangrijk. Dit kan met bladeren gedaan worden. Als je meer bladeren laat hangen blijven de bladeren klein en verbruiken ze ook minder water. Misschien moeten we ook iets doen met de wijngaardinrichting met hogere plantdichtheid. We hebben nu 2 meter tussen de rijen en dat moet misschien in de toekomst 1 meter zijn.

8. In hoeverre verwacht u dat de natuur zich aanpast?

Het eerste echt warme jaar was 2003 en daarna 2009 en 2015 en met de droge jaren kunnen de wijnstokken beter tegen de warme en droge omstandigheden. Ik voel en zie het gebeuren. Maar ik weet niet of we weer opnieuw moeten beginnen als we weer een paar koele en regenachtige jaren gaan hebben. Misschien is het ook wel dat de wijnboeren er beter mee om weten te gaan. Maar ik heb toch wel echt het idee dat wijnstokken zich ontwikkelen.

9. Verbouw jij nog riesling over 20 jaar?

Ja dat gaan we doen. 100% zeker dat we dat nog gaan doen. Als we het niet meer doen dan heeft het te maken met een keuze van ons wijnhuis. Maar de mogelijkheid blijft er. Misschien wel in andere wijngaarden. Kabinett blijft ook mogelijk. Eiswein weet ik niet zeker. 2021 hebben we 1 dag gehad dat het mogelijk was om Eiswein te maken. Jaren daarvoor was het helemaal niet

mogelijk. Het wordt niet meer koud genoeg in de winter. En de rijpheid van de druiven is eerder in september of oktober en dan moet je lang wachten voordat het koud genoeg wordt. Dat is te lang aan de wijnstok, dan gaan druiven rotten. Kabinett kan wel dan moet je in koele wijngaarden met schaduw vroeg oogsten. Eiswein heeft die mogelijkheden niet. We zien ook dat de winters warmer worden. Het is niet alleen de zomer. De winter is te warm. Ik hoop ook dat de stijl van riesling hetzelfde blijft. Maar ik denk dat het iets zal veranderen door klimaatverandering. Het idee nu is dat het hetzelfde moet blijven. De laatste GG-proeverij daar bleek dat deze veel frisser proefde dan 20 jaar geleden doordat we eerder plukken met meer schaduw. Als we ook nog gaan verplaatsen naar nieuwe wijngaarden dan kan de stijl hetzelfde blijven. We mogen in het eerste en tweede jaar irrigeren. In het derde jaar moeten ze vechten en dan doen we dat niet meer. Wel hebben we in elke wijngaard irrigatiepijpen omdat de Europese Unie ons subsidieert. Ze betalen alles. Dus we hebben in elke wijngaard irrigatiesystemen maar we gebruiken het alleen de eerste twee jaar.

- **Theresa Breuer**

1. Wat is volgens u typisch aan een Duitse riesling uit gebied X?

Fruitigheid, mineraliteit, frisheid, een gebalanceerd karakter van zuur en zoet in een droge stijl wijn.

1.1 In hoeverre verschilt dit van riesling uit andere gebieden?

Idealiter wel. In sommige jaren loopt het wat dicht bij elkaar in smaak. Maar natuurlijk is er een verschil tussen Mosel en Rheingau en Rheingau en Pfalz. Natuurlijk zijn er regio's die geografisch ergens tussenin zitten en daarom ook in smaak ertussenin zitten. Ik probeer bij blindproeven ook altijd erachter te komen van welke regio het komt. Ik denk dat dat in 85% van de gevallen mogelijk is. Je kunt het niet generaliseren maar soms liggen de stijlen wijn in warme jaren dicht bij elkaar. Een Pfalz riesling en Mosel riesling zijn altijd uit elkaar te halen maar in een warm jaar kan een Rheingau van de wat rijkere bodems lijken op een Pfalz riesling. De grenzen worden wat meer fluïde.

2. Welke terroir aspecten -klimaat, bodem en het menselijk handelen op dat stuk grond- hebben daar de meeste invloed op?

De bodems. En de expositie van een wijngaard. De toevoeging van het klimaat van het jaar maakt het soms wat moeilijker om dat in de pure zin te tonen in de wijn want het klimaat voegt wat toe. Maar de signature van elke wijngaard is een combinatie van de bodems en de expositie.

2.1 Welke aspecten van klimaat zijn volgens u het belangrijkste?

Het is moeilijk om er iets uit te kiezen. We hebben altijd wel een idee wat op het moment zelf belangrijk is. Maar we proberen ook altijd aan te passen. Het belangrijkste aan het klimaat is dat we wakker zijn en klaar zijn om erover na te denken en aan te passen ook op lange termijn. We moeten openstaan voor experimenten. Ons antwoord op hittegolven en een tekort aan water is dat we proberen op een consistente manier te werken met verschillende onderzoeken. We proberen niet van het een op het andere jaar compleet het om te gooien. 2018, 2019 en 2020 waren te droog en dan denk je je moet droogte bestrijden maar dan krijg je 2021 en dan is het weer heel nat. Dus daarom hebben we nu in wijngaarden verschillende bodembedekkers om meer water in de bodem te houden. Dit is uitproberen. We proberen wijngaarden te zoeken die bodembedekkers het meeste nodig hebben en daar testen we het een aantal jaar. Als het werkt breiden we het uit. We zijn niet gewend aan temperaturen boven de 40 graden Celsius dus we zien zeker schade daardoor. Maar dat is meer bij pinot noir dan bij riesling. Riesling kan droge periodes goed aan. Op een zeker punt is het wel te veel. Dan zien we dat de structuur van de bladeren in elkaar stort. We zien echter niet een negatief effect in de kwaliteit van de riesling. Als het erg warm is krijg je minder suikeropbouw waardoor je toch elegante wijn krijgt. Het watertekort is op dit moment het grootste probleem in de steile wijngaarden. In de vlakke delen hebben we eigenlijk geen enkel probleem. We zitten aan

de gelukkige kant omdat we een hogere kwaliteit hebben door betere balans in rijpheid. In de extreme wijngaarden hebben we wel water te kort.

2.2 Welke aspecten van de bodem zijn volgens u het belangrijkste?

De consistentie van de bodem. In mijn geval hebben we vooral leisteen en kwartsiet. Het maakt nogal wat uit welke van de twee bovenop ligt. Het DNA van de top wijnen waar de focus heel erg op de wijngaard ligt en niet per se op vinificatietechnieken, daar is de bodem en de mogelijkheid om te rijpen en te ontwikkelen het belangrijkste. De gesteentes geven mineraliteit. Ook al is het niet letterlijk de stenen die te proeven zijn. Het is een ziltige toon die je van pure kwartsiet krijgt in combinatie met licht fruit. Leisteen warmt meer op en ontwikkelen een bepaalde opulentie in hun rijpheid maar wel met een scherpe mineraliteit. Er is altijd een profiel dat wij kunnen relateren aan de bodem en het is onze taak dat ook aan de consument te leren. De reden dat leisteen meer opwarmt is dat het zeer geëxposeerd ligt en omdat het donker gesteente is. Drainage is ook belangrijk want het hele voedingssysteem van de wijnstok wordt beïnvloed daardoor maar het is wel lastig om te generaliseren. Elke laag van de bodem speelt een rol, maar ook nog het klimaat. Het draagt allemaal bij aan het resultaat. Ook de historie van een wijnstok, van de wortels tot en met de kruin dragen bij aan de typiciteit. Ik weet niet of er een verschil is tussen de voedingswaarde van kwartsiet en leisteen. Wel is kwartsiet massiever en heeft daardoor een betere watervasthoudcapaciteit maar dat hebben we niet bewezen maar dat is een gevoel. Kwartsiet geeft in droge jaren net iets meer voeding. In natte jaren is kwartsiet iets in het nadeel. Het maakt in de kwaliteit niet zoveel verschil maar de condities in de wijngaard verschillen wel.

2.3 Welke aspecten van het menselijk handelen zijn volgens u het belangrijkste?

Je moet leren van je wijngaarden. Je moet ze volgen. Het menselijk deel is belangrijk maar de grootste uitdaging is niet te veel te doen. Geen recept vormen dat een frame creëert als standaard. Het is echt belangrijk bij een terroir gedreven stijl riesling dat je het terroir ook echt volgt met het menselijk handelen. Je moet de wijnstok volgen en als je ziet dat het een arme bodem is en de wijnstok langzaam ontwikkelt en klein blijft dan kun je helpen door scheuten af te knippen of druiven weg te halen. Als je een rijke opulente bodem hebt heeft het geen zin om dit te doen. Haal juist de energie uit de bodem door het te laten groeien. Zorg ervoor dat je de beste riesling voor dat type wijngaard eruit haalt.

3. Hoe ziet klimaatverandering in Duitsland er nu en de komende 20 jaar uit in gebied X?

We zien dat de bodems uitdrogen. Dat is een uitdaging. We hebben wel genoeg regen maar het valt inconsistent. Hittegolven kunnen we aardig aan. Vorst hebben we hier niet echt een probleem mee door de rivier de Rijn vlakbij. De grootste uitdaging is dat de hoeveelheid water goed is. Dat kan ook met wat hulp van de mens. 20 jaar geleden mochten we nog geen irrigatie doen maar nu mag

dat in de hele Rheingau. Dit is niet het antwoord op alles maar de optie hebben om te irrigeren is de hulp die we nodig hebben. De hoeveelheid regen die we over het hele jaar krijgen is genoeg. Wat we proberen te realiseren is een manier vinden om het water te behouden. Normaal gesproken gaat 80% van de regen de rivier in en stroomt naar Nederland dus we moeten een systeem creëren om het water hier te houden wat we dan later gebruiken zodat we geen water van ergens anders nodig hebben. Wat betreft de zonnestraling voelt het alsof dat is toegenomen maar dat kan ik niet bewijzen. We hebben hier vrij vroeg op gereageerd door ons bladerdakmanagement aan te passen. We creëren verschillende bladerdaksystemen waardoor de druiven wat beter beschermd zijn. Dus we maken ons hier niet zo een zorgen om.

4. Wat is het effect van klimaatverandering op jouw riesling tot nu toe?

Meer harmonische balans. Lagere zuurgehalte. Een andere mix van wijnsteenzuur en appelzuur. We hebben zachtere smaak van de zuren. We hebben niet per se een lager zuurgehalte, soms wel, maar ook de structuur is zachter. We hebben vooral minder appelzuur. We hebben ook meer extractie. Lagere rendementen. Maar de kwaliteit is gestegen dankzij klimaatverandering. Tot nu toe is het positief. We hebben geluk dat we een van de noordelijkste wijnregio's zijn en dat riesling een laat rijpende druif is.

5. Op wat voor manier speelt de bodemkleur, -structuur en dichtheid een rol bij de veerkracht van Duitse wijngebieden?

Ik denk dat als je de klassieke regio's bekijkt waar druiven al honderden jaren groeien die hebben bewezen dat ze verschillende klimaten aankunnen doordat er vaak van alles is veranderd. Zij hebben bewezen dat ze een voordeel hebben in hun bodems ten opzichte van andere regio's. De historie bewijst dat. Stikstof in de bodem speelt misschien een rol maar ik weet daar niet genoeg van. Kationenuitwisselcapaciteit heb ik ook geen verstand van.

6. Op welke manier denk jij je te kunnen aanpassen aan het veranderende klimaat?

Bladerdakmanagement, bodemmanagement, bodembedekkers, andere onderstokken. Vroeger haalden we alle bladeren weg. Dat doen we nu niet meer. We zorgen dat we een licht bladerdek hebben maar we halen geen enkel blad meer weg. Dit hebben we de afgelopen 15 jaar veranderd. Met meer bladeren krijg je ook iets meer transpiratie maar dat effect zien we in werkelijkheid nog niet omdat we iets minder groeikracht hebben in de scheuten. Op dit moment is de balans nog goed maar andere collega's doen dat wel al: die halen bladeren weg in de kruin van het bladerdak maar niet rondom de druiven zelf. We kijken zelf per wijngaard wat er nodig is. Wat betreft onderstok: we hebben daar in Duitsland weinig aandacht aan besteed. Er zijn maar 17 onderstokken toegestaan terwijl er een veel grotere diversiteit is aan bodems. Voordat ik een ander druivenras zou aanplanten zou ik eerst overstappen op een andere onderstok. Dat lijkt me een veel

logischere stap. Daar zijn we net mee begonnen in Duitsland. Hopelijk krijgen we snel een idee wat helpt en wat niet. Bodembedekkers gebruiken we om meer water in de bodem te houden. We proberen ook de expositie van de druiven te veranderen. We deden eerst van noord naar zuid en we proberen nu van oost naar west. Daarvoor hebben we terrassen nodig in onze steile wijngaarden. Maar het is iets wat een groot verschil gaat maken maar we kunnen het niet zomaar implementeren. Je kan niet zomaar een perceel 90 graden draaien. Het voordeel van een oost-west wijngaard is dat de druiven niet in de zon hangen omdat de rijen schaduw creëren voor elkaar.

8. In hoeverre verwacht u dat de natuur zich aanpast?

Natuurlijk. Dat effect zie ik ook. Met elk jaar is er meer aanpassing. Wat iedereen weet is dat wijnstokken altijd het jaar ervoor onthouden. Dit brengt constant een adaptatie met zich mee. Als je twee jaar achter elkaar hetzelfde klimaat hebt dan zorgt dit echt voor een verandering in de wijnstokken. Ik weet niet hoe het werk. Want ik zit niet in de wetenschap over genen. Is dat niet een natuurlijk proces? Het zijn niet alleen wijngaarden maar ik denk dat wijnstokken sowieso veel verschillende condities aankunnen.

9. Verbouw jij nog riesling over 20 jaar?

Ik hoop het echt, en denk het ook. Als wij ons huiswerk doen dan kunnen we nog steeds een herkenbare Rheingau riesling produceren. We zullen ons eigen karakter behouden. Het hangt af van hoe snel wij ons huiswerk doen. Maar ik denk dat we onze wijngaarden beter en beter gaan begrijpen. 20 jaar in de wijnwereld is niks. We zullen preciezere, puurdere rieslings gaan maken met hopelijk dezelfde zuurgraadstructuur. Niet met meer alcohol door eerder oogsten en bladerdakmanagement. We leren elk jaar zoveel meer. We kunnen wat betreft klimaat nog steeds wijnen produceren die niet ver af staan van wat we vandaag doen. Misschien verandert de stijl van riesling maar dan heeft dat meer te maken met de consument. Dat vergeten mensen vaak dat het ook de wijnboeren zijn die keuzes maken, het is niet alleen het klimaat. Mijn gok is dat onze wijnen in 20 jaar redelijk hetzelfde zullen blijven.

- **Nik Weis**

1. Wat is volgens u typisch aan een Duitse riesling uit gebied X?

Het is een fruit gedreven wijn. Omdat het gemaakt is van riesling wat meer fruit aroma's produceert met een complexe structuur. In de Mosel groeit riesling vooral op leisteen en leisteen geeft riesling een hartig en ziltig karakter wat structuur en grip geeft. De ziltigheid komt van mineralen in de bodem. De rokerigheid komt niet direct van de bodem. De compositie van de mineralen hebben wel een effect op de aromaproductie in de wijnstok en in de druif. Maar hebben ook een effect op de aroma ontwikkeling door de gisten. De verschillende mineralen in de bodem zorgen dus voor verschillende aroma's. Soms wordt het wat rokerig en soms kruidig, soms bacon en vlezig. Niet alleen fruit maar ook iets anders. Dat effect komt van de bodem. Dat komt door de potpourri aan mineralen. Elk chemisch element heeft een effect. Of het nou calcium, kalium, magnesium, ijzer, boor of nikkel. Alles wat in de bodem zit heeft effect. Stikstof is een belangrijk element voor het metabolisme in de wijnstok en ook voor de gisten. Je moet niet te veel stikstof hebben maar ook niet te weinig. Een optimum van groeikracht heb je nodig. Fosfor en koolstof zijn daar ook belangrijk voor. Als je te weinig stikstof in het sap hebt krijg je problemen met de vergisting. Dan gaat de vergisting erg traag of stopt zelfs en dan krijg je geen droge wijn. Het contrasteert mooi het fruit. Alleen het fruit van de riesling zou simpel zijn. Maar de combinatie met hartigheid en ziltigheid van de bodem zorgt er voor een groot spectrum aan mondgevoel en aroma's. Zeker als de wijnen zijn vergist met keldereigen gisten met een lage ph waarde in de wijn en koele temperaturen in de wijnkelder zorgt ook voor een extra aroma spectrum wat eraan bij draagt dat de wijn zeer complex wordt. Enerzijds zijn de wijnen makkelijk te drinken maar tegelijkertijd hebben ze ontzettende diepte met veel verhaal en authenticiteit. Ze brengen ook duidelijk het karakter van de bodem naar voren. Ik produceer meer dan 30 rieslings uit hetzelfde jaar. Je zou denken dat deze allemaal hetzelfde proeven want ze zijn allemaal uit de Mosel, allemaal van riesling, allemaal van leisteen, dezelfde wijnmaker, dezelfde kelder, echt alles is hetzelfde. En toch proeven de wijnen allemaal anders. De verschillen komen van de wijngaard. Er is niks uniforms, niks geïndustrialiseerd, maar echt authentiek en cultureel. Veel plezier om te drinken maar ook veel gelaagdheid.

1.1 In hoeverre verschilt dit van riesling uit andere gebieden?

Er is zeker een groot verschil van al deze regio's hebben verschillende klimaten en bodems. Binnen 1 regio is er al een groot verschil. Zo heb je binnen de Mosel een groot verschil tussen de Terrassenmosel, de Mittelmosel en de Saar en Ruwer-wijnen. Het verschil gaat door: van perceel tot perceel.

2. Welke terroir aspecten -klimaat, bodem en het menselijk handelen op dat stuk grond- hebben daar de meeste invloed op?

2.1 Welke aspecten van klimaat zijn volgens u het belangrijkste?

Wat erg belangrijk is dat je een temperatuur amplitude hebt. Het helpt erg voor de kwaliteit als het koel is 's nachts. Overdag heb je wel wat energie in de vorm van temperatuur nodig. Riesling doet het goed in koele klimaten zoals de Mosel, zelfs nu in tijden van klimaatverandering. Als het te warm is 's nachts dan verlies je zuren door metabolisatie. De pH-waarde stijgt dan ook wat ervoor zorgt dat de wijn microbiologisch minder stabiel is. Het haalt ook de elegantie van de wijn weg. Je wil ook niet te veel suiker en ook niet een te snel opgebouwd suikergehalte omdat je dan aroma's mist. Liever laag alcohol, niet te hoog suikergehalte. Je wil riesling die elegant is met een lichtgewicht frame maar vol met aroma's. De regenval is ook belangrijk voor riesling want als je droogte hebt, een tekort aan water, dan heeft dat een negatief effect op de zuren en pH-waarde. Je hebt die zuren nodig in riesling. Voor een goede aroma opbouw heb je ook water nodig. Ook voor het transport van voedingsstoffen.

2.3 Welke aspecten van het menselijk handelen zijn volgens u het belangrijkste?

3. Hoe ziet klimaatverandering in Duitsland er nu en de komende 20 jaar uit in gebied X?

We zien hier ontegenzeggelijk klimaatverandering. De temperatuurstijging is tot nu toe een zege geweest voor de Mosel. We zijn de poolcirkel van de wijnbouw. De realiteit is dat 50 jaar geleden er decennia waren met 2-3 fantastische jaren, 2-3 medium jaren en de rest was het niet mogelijk om de druiven rijp te krijgen. Vandaag de dag kan je in elk jaar de druiven rijp krijgen. Als het doorgaat met deze extreme droogte kan dat wel voor problemen zorgen. Gelukkig is het effect van een tekort aan water niet zo groot als ik van tevoren had gevreesd. Maar toch is het beter om iets meer water te hebben. De hoeveelheid regen is in de Mosel over het gehele jaar genomen afgenomen. Als het warmer blijft worden dan hebben we nog meer profijt. Maar als het droger wordt, al weet ik niet hoe het nog droger kan worden, dan moeten we nadenken over irrigatie of handelingen in de wijngaard. Of het aantal zonuren verandert is kan ik niet zeggen.

5. Op wat voor manier speelt de bodemkleur, -structuur en dichtheid een rol bij de veerkracht van Duitse wijngebieden?

Ja, de kleur van de bodem is van belang. Leisteen is een donkere steen en dat absorbeert de zon en de warmte. En leisteen is een type bodem wat de warmte heel goed vasthoudt. Witte keien zou de zon reflecteren, warmt niet zo snel op en houdt de warmte niet zo lang vast. Je kan stro op de bodem leggen om het effect van de leisteen te verminderen. Het houdt ook water vast in de bodem. Zowel de kleur als de structuur speelt een rol. In de toekomst als het meer opwarmt zal een donker gesteente een nadeel zijn. Maar nogmaals: je kan daar dingen tegen doen. Nu je mij vertelt over het

albedo effect kan ik me ook voorstellen dat het andersom is en dat een donkere bodem juist zorgt voor betere verdeling van de warmte, dus dat het meer naar beneden gaat, meer naar de wortels. Zo had ik er nog niet over nagedacht. Voedingsstoffen kunnen alleen getransporteerd worden naar de wijnstok in water. Dus je hebt sowieso water nodig en droog weer heeft dus een effect op de voedingsopname van de wijnstok. In hoeverre de compositie van de bodem effect heeft op de wijnstokken in een warmer klimaat is lastig te zeggen. Ik weet zeker dat er wetenschappelijke onderzoeken zijn die je dat kunnen vertellen maar ik weet het niet.

6. Op welke manier denk jij je te kunnen aanpassen aan het veranderende klimaat?

Bodembedekkers heb ik al genoemd, dat zorgt ervoor dat water minder kan verdampen. Je kan ook een ander bladerdakmanagement doen met meer schaduw. Je kan werken met een hogere dichtheid van wijnstokken in de wijngaard. Als je in een erg vochtig gebied zit wil je niet een te hoge dichtheid want dan krijg je meer rot in je wijngaard. Maar op de steile hellingen van de Mosel is hoge dichtheid goed omdat je dan schaduw creëert in je wijngaard. De juiste kloon en onderstok kiezen is ook heel belangrijk. Niet alleen voor klimaatverandering maar sowieso voor de wijnstijl en de kwaliteit. Er zijn onderstokken die beter tegen droogte kunnen. Ik verwacht nog veel ontwikkelingen op dit gebied in de toekomst. Het is moeilijk om in de Mosel naar andere wijngaarden met meer water te gaan. Dan zou je dichter bij de Mosel moeten gaan zitten in het vlakke deel maar dan heb je geen leesteen meer. De watervasthoudcapaciteit is van wijngaard tot wijngaard ook verschillend. Als hij meer verweerd is met meer klei erin houdt hij wat meer water vast. In de toekomst is een iets meer verweerde bodem een voordeel. Maar wijngaarden die stenig zijn maar boven de wijngaarden bevindt zich een bos dan zorgt dat bos dat het vocht langzaam in de bodem trekt. De oogstdatum is al een stuk eerder dan vroeger. Ik ben begin oktober jarig en ik kan me herinneren dat vroeger rond m'n verjaardag de oogst rond die tijd begon. Vandaag de dag is in de meeste jaren de oogst van start gegaan in september.

8. In hoeverre verwacht u dat de natuur zich aanpast?

De wijnstokken passen zich aan. Er is ook altijd een zekere selectie die plaatsvindt in de wijngaard. Sommige stokken kunnen niet tegen droogte en die gaan dood. Als je deze gebruikt om nieuwe stokken te maken dan heb je dus meer stokken die tegen die droogte kunnen.

9. Verbouw jij nog riesling over 20 jaar?

Absoluut, geen twijfel. Dat is niet alleen wensdenken. Vroeger waren de fantastische jaren 1921, 1949, 1959, 1971, 1976.... Die jaren die de beste van het decennia waren, waren altijd de meest extreme jaren die erg warm waren. Vandaar dat ik niet bevreesd ben voor de toekomst. Als het te erg wordt moeten we denken aan andere stappen zoals andere druivensoorten. Op het moment is dat niet aan de orde. Ik denk dat de riesling van 2040 waarschijnlijk niet zo veel zal verschillen van

de rieslings die we nu produceren in de wat warmere jaren. Ik denk dat de wijn vergelijkbaar zal zijn met de wijn van 2020. Het zal niet meer zoveel gaan verschillen. De zuurgraad, alcohol en aromaprofiel zal de komende 20 jaar min of meer gelijk blijven. Al is elk jaar verschillend natuurlijk maar naar 2021 en 2022, verschillender dan dat kan bijna niet. Ik denk dat met klimaatverandering de extremen toenemen dus mogelijk worden de verschillen per jaar nog groter. Ik ben vooral erg bang voor voorjaarsvorst. Als we door klimaatverandering vroeg warm weer hebben. Dan gaan de wijnstokken uit de winterslaap en hebben we uitlopers in april en dan krijgen we een vorst in april of mei dan hebben we een probleem. Een andere extreme is hagel, maar dat is vaak een heel lokaal probleem.

- **Frank Schönleber**

1. Wat is volgens u typisch aan een Duitse riesling uit gebied X?

Dat is een heel uitdagende vraag. We hebben een grote diversiteit aan bodems. Generaliserend is het waar dat wijnen van de Nahe de finesse van de Mosel met de structuur van dichtheid van Rheinhessen combineert. Er is altijd een minerale toon in rieslings uit de Nahe. Die minerale toon in wijn kan ik maar op een manier beantwoorden en dat is met iets dat ik heb geleerd van Ulrich Fischer: hij zegt dat mineraliteit een resultaat is van een tekort aan andere aroma's. Ik denk niet dat het te maken heeft met sulfiet. Ik denk wel dat je mineraliteit kunt ondersteunen door spontane vergisting, of door iets minder de most te klaren. Tussen de percelen is er bij mij verschil in minerale expressie. Sommige geven het heel sterk en andere geven dit iets minder. Maar soms is het lastig uit te leggen waarom het zo is. We waren gewend te denken dat mineraliteit komt van oude stokken met stenige bodem. Maar het gebeurt ook wel eens dat een nieuwe wijngaard op een minder stenige wijngaard na 5 jaar al enorm mineralig is. Ik kan dat lastig verklaren. Dat is het mysterische aan terroir. Dingen zijn zoals ze zijn. Je moet het zien en ervaren. Je kan niet alles verklaren. Wees gelukkig om die percelen te hebben. Vertel je kinderen dat ze er zuinig op moeten zijn. Dat is het.

1.1 In hoeverre verschilt dit van riesling uit andere gebieden?

Absoluut. Het is relatief makkelijk om temperatuur verschillen te zien in rieslings uit verschillende gebieden. Een Pfalz en Ruwer riesling zijn 2 compleet verschillende werelden. Power aan de ene kant en lichtheid en elegantie aan de andere kant. Al het andere is daartussenin.

2. Welke terroir aspecten -klimaat, bodem en het menselijk handelen op dat stuk grond- hebben daar de meeste invloed op?

Als je de top 20 beste rieslings uit Duitsland neemt dan is dat een variëteit aan bodems en klimaten. En ook invloeden van de wijnboer. Ik denk niet dat er 1 beste terroir of conditie is voor riesling. Een van de mooie dingen van riesling is dat de grote diversiteit compleet geaccepteerd is. Daarom word je er ook nooit moe van. Als je Pfalz riesling niet meer lekker vindt dan misschien wel een Mosel riesling. In algemene zin moet de druivenstok altijd een beetje worstelen met water en voedingsstoffen.

2.1 Welke aspecten van klimaat zijn volgens u het belangrijkste?

Je hebt niet per se directe zonnestraling nodig voor de goede rijping. Iedere producent antwoordt hier anders op. Ik houd zelf van gouden druiven en daarvoor heb je zonnestraling nodig. Er is altijd een punt waar goud omslaat naar oranje-bruin en dan is het te veel. Soms is het lastig te voorspellen hoeveel zon je krijgt. Als de druiven bruin worden dan krijg je ook meer TDN.

2.2 Welke aspecten van de bodem zijn volgens u het belangrijkste?

De drainage van de bodem is belangrijk en ook de voedingsstoffen in de bodem. Niet alleen stikstof is belangrijk maar alles. Heel veel is gerelateerd aan water. Zonder water kan de wijnstok helemaal geen voedingsstoffen opnemen. Als er altijd genoeg water is consumeert de plant alleen maar. Wanneer er soms wel en soms geen water is moeten de wortels diepgaan.

2.3 Welke aspecten van het menselijk handelen zijn volgens u het belangrijkste?

Het is in ieder geval belangrijk om de druiven gezond te houden. Het helpt als er niet te veel groeikracht in de plant zit en de druiven klein en stabiel blijven. Maar je kan helpen door zon en lucht in de clusterzone te krijgen.

3. Hoe ziet klimaatverandering in Duitsland er nu en de komende 20 jaar uit in gebied X?

Tot nu toe hebben we profijt van de klimaatverandering. De laatste 25 jaar hebben we bijna elk jaar perfect rijpe druiven gehad. Dit was in de jaren '70 en '80 compleet anders. Riesling was bijna niet droog te maken. Dat was de reden dat de meeste riesling zoet was. Jaren dat het te droog is met een tekort aan water komen nu veel meer voor en daar maken we ons wel zorgen om. Want we weten niet hoe lang het nog mogelijk is om wijn te verbouwen op onze stenige en droge hellingen zonder irrigatie. We gebruiken nu irrigatie voor jonge wijnstokken. Maar in de laatste jaren zijn zelfs oudere wijnstokken aan het worstelen. Het is nog niet zo erg als op de Rüdeshheimer Berg in de Rheingau. Daar zijn ze nog een paar stappen verder. Zelfs oude stokken kunnen niet overleven zonder irrigatie. De laatste jaren stonden de wijnboeren in rijen met tractoren om hun wijngaarden te kunnen irrigeren. De regenval is niet zoveel veranderd. Het is nog steeds zo een 550mm per jaar. Met hogere temperaturen en meer wind in de zomer hebben de wijnstokken meer water nodig. Dus daar ontstaat het probleem. Het laatste jaar was er bijna geen regen in de zomer en dat is heel uitdagend. Er zijn ook veel meer zonuren dan 20 jaar geleden. Dat is een significante verandering. Dat heeft iets te maken met de mindere uitstoot die er vandaag de dag is. De industrie is schoner dus de luchten zijn helderder. Dit is natuurlijk positief maar heeft ook nadelen.

4. Wat is het effect van klimaatverandering op jouw riesling tot nu toe?

Dat is een vraag die lastig te beantwoorden is. Ik weet in ieder geval zeker dat de druiven elk jaar rijp zijn. Maar tegelijkertijd, in de laatste 20-30 jaar hebben we veel veranderd op het gebied van wijngaardwerk, bodembewerking, rendementen zijn omlaag, we oogsten mooi rijpe druiven wat we vroeger niet deden. Het is bijna niet mogelijk om aan te wijzen wat door klimaatverandering alleen komt. Wel is de oogstdatum een stuk vroeger dan voorheen. Vroeger werd er bij ons geen riesling geoogst voor de 13^e van oktober. Nu zijn we in sommige jaren bijna klaar met de oogst rond die datum. We zijn ook iets lager gaan zitten in de hoeveelheid zuren. Je kan natuurlijk door het oogstmoment te vervroegen zorgen dat je zuren niet dalen. Maar als je kijkt hoeveel zuren de druiven hebben op 90 graden Oechsle is dat echt gedaald. Qua aroma's is het ongeveer hetzelfde.

Maar sowieso weet ik niet precies waar het aan ligt als het al veranderd is. Het alcoholpercentage is hetzelfde gebleven de laatste tijd. In de jaren '90 was het alcoholpercentage voor een van onze beste droge wijnen 11,5%. Sinds de jaren 2000 is 12,5% het gemiddelde. Het zit tussen de 12 en 13%. Dus we zijn iets gestegen maar dat is nu hetzelfde gebleven.

5. Op wat voor manier speelt de bodemkleur, -structuur en dichtheid een rol bij de veerkracht van Duitse wijngebieden?

De kleur van de bodem speelt mogelijk een rol in de rijpheid van de druiven. Omdat een donkere bodem meer warmte absorbeert. Een lichte bodem reflecteert iets meer zonnestraling. Dat maakt een verschil. Maar ik kan niet vertellen hoe groot dat effect is. We hebben nooit exact dezelfde condities. Het is weer een vraag die lastig te beantwoorden is. Als je Geisenheim vraagt, daar hebben ze zeker onderzoeken gedaan met de bodem kleuren. Ikzelf weet het niet. De voedingswaarde van de bodem heeft ook effect op de rijpheid van riesling. Als de bladeren geel worden in de wijngaard dan zie je in sommige percelen dat alles al geel is en in andere percelen dat alles nog groen is. Dat heeft misschien te maken met de voedingswaarde maar ook met de bodembewerking. Duidelijk is dat in het groene perceel de planten nog steeds stikstof opnemen en in het andere perceel dan niet. Als je naar de druiven kijkt dan zie je waarschijnlijk dat de druiven hetzelfde mostgewicht hebben maar zie je dat de druiven van het gele blad al rijp en aromatisch proeven en die van het perceel met groene bladeren die proeven nog onrijp. Dus met meer stikstof in de bodem krijg je een vertraging in aroma opbouw, met suikers kan het juist andersom zijn. Want gele bladeren produceren geen suikers. Groene wel. Bij gele bladeren hoeft de plant niet meer na te denken, geen aandacht te verdelen. Er hoeft geen energie meer naar scheuten toe dus gaat alles naar de druiven. En nogmaals: het gaat niet over suikerrijpheid maar over de aroma's die ook bedoeld zijn om de druiven aantrekkelijker te maken voor dieren. Het is dus altijd beter om een licht water en voedingsstof te kort te hebben. Wel zijn de wijngaarden van de jaren '90 niet per se de beste wijngaarden van de toekomst, zoals in 2040. Bijvoorbeeld de Rudesheimer Berg, de Schlossberg, was vroeger altijd bekend om perfect rijpe maar toch elegante wijnen. Als de ontwikkelingen doorgaan zoals nu met meer hitte en minder water dan wordt het op een zeker moment niet meer mogelijk om daar wijn te verbouwen. Wijngaarden die vandaag Erste Lage zijn worden later misschien Grosse Lage en wijngaarden die we vandaag Grosse Lage noemen moeten we in de toekomst gaan heroverwegen. De stenige wijngaarden kunnen dus een nadeel zijn in de toekomst. Bij mijn eigen wijngaard Frühlingsplatzchen ben ik totaal niet ongerust omdat we daar bijna nooit irrigatie hebben toegepast, alleen bij heel jonge stokken. Bij Halenberg zijn er delen van de heuvel die extreem droog zijn, waar ik een beetje ongerust over ben. En andere delen waar het prima is. Daar zullen we geen problemen krijgen op korte termijn.

6. Op welke manier denk jij je te kunnen aanpassen aan het veranderende klimaat?

Je kan proberen de bodem te bedekken met stro om zo niet te veel hitte in de bodem en de wijngaard te krijgen en daarmee ook automatisch minder evapotranspiratie. Je kan de hoogte van het bladerdek ook korter maken. Daardoor krijg je minder transpiratie van de plant. Je kan ook schaduw creëren met bladeren voor de druiven wat wel zorgt voor iets meer transpiratie. De stam van de wijnstok hoger maken zodat het fruit hoger hangt heeft mogelijk een effect op de rijpheid van de druiven. Als je met hetzelfde geleidingssysteem de druiven hoger laat groeien betekent dat direct ook dat je minder bladerdek hebt. Ik denk dat minder bladerdek een groter effect heeft dan de druiven hoger te laten groeien. Toen ik op Geisenheim studeerde werd mij verteld dat 10 cm hoger of lager laten groeien bijna geen verschil maakte. 50 jaar geleden hingen druiven 40cm boven de grond en dan maakte het wel uit. Maar vandaag hangen ze op 80-90cm en dan is het effect veel kleiner. We zijn zelf wel bezig met andere klonen maar daar speelt het klimaat geen rol in. Het gaat meer om diversiteit in de wijngaarden. 15-20 jaar geleden begonnen we met verschillende klonen aan te planten in verschillende percelen. En we merkten dat de verschillen minimaal waren. Op een wetenschappelijke manier zou je ongetwijfeld verschil gezien hebben maar in de praktijk viel het mee. Maar we gaan wel meer diversiteit creëren. We gaan in percelen ook de wijnstokken door elkaar aanplanten tot wel 5 klonen per wijngaard. Daar krijg je meer veerkracht door. De onderstok zijn we ook mee bezig. We hebben verschillende onderstokken gebruikt. De traditionele is de SO4. Deze gebruikten we 30-20 jaar geleden altijd. Soms wat 5BB wat iets meer botrytis gaf en onstabiele druiven. Vandaag werken we veel met Börner omdat deze dieper wortelen en deze kunnen goed tegen phylloxera. Deze wijnstokken kunnen langer bij water in tijden van droogte. Wel hebben ze in de jeugd wat minder wortels dan SO4 dus in het begin moet je meer irrigeren. Verhuizen naar andere wijngaarden moet ook geen taboe zijn. Vandaag kunnen we riesling verbouwen waar dat 30 jaar geleden onmogelijk zou zijn. Deze zijn misschien nog niet de beste van vandaag de dag maar dingen veranderen. Misschien in 20-30 jaar is het mogelijk om 50 meter hoger te verbouwen, dit kan een voordeel zijn. De meeste hellingen hier zijn al tot de top beplant, dus hier is het niet overal mogelijk. Maar je kan ook naar een zij vallei waar de hellingen wat hoger zijn. Ook zijn er plekken die koeler zijn door omliggend bos. Ook meer oost expositie zou in de toekomst een voordeel kunnen zijn.

8. In hoeverre verwacht u dat de natuur zich aanpast?

Dat is iets wat ik vertelde aan veel mensen over de 2020 jaargang. Het was verbazingwekkend dat we na die rij warme jaren 2018-2019-2020. Elk jaar werd droger. Maar 2018 proeft het warmste. Als je kijkt naar de wijnstokken en de druiven dan zie je ook in 2018 behoorlijke droogte stress. En dit zag je minder in 2019 en zeker minder in 2020. Waarom? In 2018 hadden de wijnstokken een

enorme groeikracht. Wat je eenvoudig kon zien in 2020 is dat zelfs toen er nog genoeg water in de bodem was er bijna geen groeikracht was. Ik was eerst bezorgd of ik iets verkeerd had gedaan. We hebben slechts 1 keer het bladerdak gesnoeid waar we dat normaal 2 à 3 keer doen. Alle energie die de wijnstok kon krijgen uit de bodem ging naar de druiven. Ik kan dat zelf alleen verklaren door te denken dat de wijnstokken hebben geleerd van de jaren daarvoor en een manier hebben gevonden om energie te besparen. De natuur om de wijngaarden heen had in 2020 veel meer te lijden. Maar de wijnstokken zagen er perfect uit. De wijnstokken passen zich absoluut aan aan het veranderende klimaat. Op voorwaarde dat het niet op en neer gaat in jaren. Als koele, natte jaren de warme jaren afwisselen dan is het niet mogelijk. Maar als het enigszins voorspelbaar is dan kunnen de wijnstokken hierop reageren.

9. Verbouw jij nog riesling over 20 jaar?

Ik weet zeker dat we dat doen. Riesling kan groeien in veel verschillende klimaten en daarom heb ik geen enkele twijfel. Het is natuurlijk mogelijk dat we over 20 jaar een andere druivensoort hebben gevonden die het zelfs nog beter doet dan riesling maar dat kan ik me op het moment niet voorstellen. De smaak van een riesling van 2040 in vergelijking met nu zal misschien een beetje tussen een Australische riesling van nu en de Duitse riesling van nu inzitten. De zuren zullen lager liggen. Alcohol is mogelijk iets hoger, maar daar maak ik me niet zoveel zorgen over. Ik ben bang dat de diversiteit van de verschillende stijlen van terroirs kleiner zullen worden. Dat idee heb ik gekregen doordat ik wijnen heb geproefd in zuid-Australië waar ik vond dat alle wijnen hetzelfde aromaprofiel hadden. Riesling groeit daar nog steeds maar of het de meest geschikte locatie is dat weet ik niet. Misschien krijgen Duitse rieslings ook iets meer TDN, maar niet zoveel als de Australische rieslings. Dat komt omdat de Australische rieslings die ik heb gezien de volle dag in de zon hangen. De aroma's in Duitse riesling zullen veranderen. Ze zijn ook veranderd in de afgelopen jaren. Het zal nog meer veranderen. In de koele jaren hebben we meer citrus aroma's en groene appel. In de warme jaren hebben we nu in riesling meer aroma's van perzik, abrikoos en zelfs iets exotisch.

- **Nik Weis (aanvullend interview over klonen en onderstokken)**

1. Wat is de gemiddelde plantdichtheid in Duitsland?

Ik weet niet wat het gemiddelde is want de ruimte tussen de rijen kan erg verschillen. In de Mosel hebben we in oude wijngaarden een hoge dichtheid van wijnstokken wat gaat tot 10.000 stokken per hectare. Maar dit is alleen in de hele oude percelen met terrassen. Je kan daar niks machinaal doen dus je probeert het land zoveel mogelijk te benutten. Als je palen en geleiding hebt praten we normaal over 5.000-7.000 stokken per hectare. 7.000 noemen we dan dichte beplanting. Moderne rij-afstand is 2 meter zodat men met een tractor door de wijngaard kan gaan. De overheid heeft een subsidieregeling voor boeren om de wijngaarden te herplanten en te moderniseren. Daarbij moet gehouden worden aan overheidsregels waaronder de 2 meter die je tussen de wijnrijen moet hebben. Deze regel zorgt ervoor dat de kwaliteit van die wijngaarden omlaaggaat. De overheid wil de moderne wijnbouw ondersteunen. Maar het gaat ten koste van de kwaliteit. Ze zouden beter de oude wijnstokken kunnen houden. De goede producenten doen dat. Deze weigeren de subsidie.

2. Welke rieslingklonen zijn populair op het moment in Duitsland?

Er zijn een hele hoop klonen die populair zijn. De beroemde Geisenheim klonen zoals de GM239 zijn veel gebruikt. En er zijn ook klonen uit Neustadt in de Pfalz en uit Siebeldingen van Geilweilerhof. Dit zijn allemaal overheidsinstituties. Maar er zijn ook private kwekerijen zoals wij doen. Wij hebben ook eigen klonen die behoorlijk populair zijn en overal ter wereld staan aangeplant. Dit zijn de W21, W17 en W1. Dit zijn drie rieslingklonen die mijn grootvader heeft gecreëerd en waar mijn vader en later ik mee zijn doorgegaan. Er zijn onderlinge verschillen in zuurgraad en resistentie tegen schimmels zoals botrytis.

3. Is er een ontwikkeling gaande van hoog rendement riesling klonen naar laag rendement riesling klonen?

Ja er is hier zeker een ontwikkeling gaande, en er wordt in onderzoekscentra geprobeerd dit te maken. Ik werk zelf op een heel andere manier. Ik probeer me te focussen op de kwaliteit in plaats van de kwantiteit. Er is nog steeds vraag naar hoog rendement gevende rieslingklonen met een hoge tros stabiliteit en waar de kwantiteit vooropstaat in plaats van de kwaliteit. Voorbeelden van hoge kwantiteit zijn de Geisenheimklonen en de Neustadtklonen. Als het aankomt op hele goede wijnen, denk ik persoonlijk dat je geen hele goede wijnen kunt maken met klonenmateriaal. Zelfs als je klonen selecteert met een lager rendement. Je kan natuurlijk wijnstokken vinden met laag rendement vanwege de genetisch bouw van de wijnstok. Maar wat ik doe is dat ik de klonen blijf gebruiken van m'n vader en overgrootvader maar daarnaast gebruik ik een klonen mix wat selection massale heet. Als je kijkt hoe wijnstokken vroeger geplant werden, voor phylloxera, toen knipte de wijnboer in de winter hout af van de wijnstok en stak het in de bodem en dan kreeg je daar een

nieuwe wijnstok. Sinds phylloxera moeten we enten op Amerikaanse onderstokken. Dat heeft het spel compleet veranderd. Toen kwamen de kwekerijen voor klonen. 150 jaar geleden liep een wijnboer door de wijngaard voor de oogst en beoordeelde de kwaliteit van de wijnstok en markeerde die, en dan in de winter gebruikte hij het hout van die goede druivenstokken. Dit was de selection massale. Dat is in Duitsland nu niet toegestaan. Ook niet als kwekerij. Je moet materiaal produceren dat geregistreerd staat. Je moet de toestemming voor nieuwe klonen aanvragen. Wat wij hebben gedaan is hout afgeknipt (selection massale) van heel oude wijnstokken van verschillende wijngaarden. We hebben echt de oudste wijnstokken uitgezocht en met permissie van de eigenaar wat hout afgeknipt om het oude genetische materiaal te bewaren. Die planten waren 150-160 jaar oud. We hebben een genenbank gecreëerd, ik noem dat de Ark van Noach. Ik heb al die selecties geregistreerd als klonen. We verkopen het als klonen. We mogen het niet mixen. Maar we mogen wel heel veel verschillende losse klonen verkopen. De wijnboer kan dan zelf de diversiteit en variatie aanplanten in z'n wijngaard, net als vroeger. Op deze manier kan een nieuwe wijngaard dezelfde complexiteit hebben als een oude wijngaard. Als je een nieuwe wijngaard aanplant met dezelfde klonen dan heb je alles dezelfde zuurgraad, dezelfde rijpheid, dezelfde aromastructuur. We hebben nu zo een 30 verschillende klonen. Ze zijn genoemd naar de dorpen waar ze zijn gevonden zoals Wiltinger en Piesporter en daar staat dan een nummer achter. We zijn de eerste kwekerij in Duitsland die dit is gaan doen. We hebben hier ook geen promotie voor gedaan maar het verkoopt door mond op mondreclame. Een zeer beroemde rieslingproducent uit Duitsland bestelde laatst rieslingstokken bij ons en het kon hem niet interesseren wat voor klonen dat waren. Hij besteedde dus geen aandacht aan een cruciaal punt in de wijnproductie. Alles wat in de wijn komt moet door de wijnstok heen. Het gaat alleen maar over terroir, biodynamische wijnbouw, spontane vergisting. Maar er wordt nog weinig aandacht besteed aan de variatie in de wijnstokken. Toen wij startten met deze genetisch variatie en wat hele goede producenten eerst in de Mosel en later van andere regio's resultaten hadden beseften ze hoe verfijnd en complex de wijnen waren. We krijgen nu belletjes van rieslingproducenten over de hele wereld voor deze bijzondere oude klonen. In alle bescheidenheid kan ik zeggen dat de meeste bekende rieslingproducenten in Duitsland wijnstokken kopen van onze kwekerij. Ook zijn 60% van alle rieslingwijnstokken die in Canada staan van ons. Die variatie heb je ook nodig met gisten. Je kan vergisten met 1 type gist en dan krijg je een eendimensionale wijn. Je kan ook spontaan vergisten. Je laat gewoon gebeuren wat er gebeurt. Dan heb je verschillende gisten die bijdragen en hun eigen smaak afgeven. Hierdoor krijg je complexe wijn. Wat betreft de onderstok wordt het meeste de SO4 gebruikt, deze komt uit het onderzoeksinstituut in Oppenheim. Er is een andere nieuwe onderstok die heel erg lijkt op SO4 maar die beter tegen phylloxera kan: Börner. Deze is vrij nieuw

en bestond 30-40 jaar geleden niet. Deze zijn medium tot hoog rendement gevende onderstokken die sterk zijn en veilig en goed tegen phylloxera kunnen en op veel type bodems passen. Een andere onderstok is 5BB en 5C welke zeer hoge rendementen geven. Deze passen niet op elke bodem. Er zijn ook laag rendement gevende onderstokken. De 3309C bestaat al lang en staat vrij veel aangeplant. Dan is er ook nog zeer laag rendement gevende onderstokken welke populair worden onder de topproducenten zoals de Gravensac onderstok. En eentje die erg oud is, de moeder van alle onderstokken, is Riparia Gloire die laag rendement geeft, dat is bijna suïcide. Het duurt ook erg lang voordat je je eerste oogst hebt met die onderstok. Gravensac en Riparia Gloire staan in de Mosel niet veel aangeplant

4. Zijn er riesling klonen en/of onderstokken die beter tegen klimaatverandering kunnen? Het duurt erg lang om nieuwe klonen te kweken. Klimaatverandering is redelijk nieuw. Ik weet dat wetenschappers hier druk mee bezig zijn. Maar er zijn nog geen resultaten. Het duurt decennia. Het topic klimaatverandering bestaat pas sinds 30-20 jaar. We zitten nu in het proces dat resultaten binnenkomen. Maar we hebben nog niet een onderstok die 5 maanden tegen droogte kan bijvoorbeeld. Maar ik weet zeker dat ze eraan werken.